DIE MARINEN REICHE DER TRIASPERIODE

VON

DR. CARL DIENER,

W. M. K. A.

Mit 1 Karte.

VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 29. APRIL 1915.

Einleitung.

Neumayr's und Uhlig's Untersuchungen über die marinen Reiche des Oberjura als Vorbilder dieser Publikation. — Vorarbeiten zu derselben. — Ammoniten und Nautiloideen als Grundlage der zoogeographischen Anordnungen im Mesozoikum. — Verbreitung der Ammoniten. — Gründe für ihre Bevorzugung gegenüber den übrigen Tierklassen. — Gliederung der triadischen Meeresfauna in vier Hauptreiche.

Melchior Neumayr hat in seinen beiden grundlegenden Arbeiten: »Über klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit«[1] und »Die graphische Verbreitung der Juraformation«[2] zum ersten Mal ein zusammenhängendes Bild der großen Faunengebiete und Entwicklungszentren der jurassischen Meere entworfen. Fünfundzwanzig Jahre später wiederholte, auf zahlreiche neue Tatsachen gestützt, V. Uhlig[3] den Versuch uns ein wohlbegründetes, auch in den Einzelzügen ausgeführtes Weltbild der Juraformation zu geben. Diese drei Arbeiten sind mir als Vorbilder für die Lösung der Aufgabe erschienen, uns über die marinen tiergeographischen Reiche der Triasperiode in ebenso erschöpfender Weise zu unterrichten und aus der Verfolgung der jurassischen Faunenreiche in die Trias neue Gesichtspunkte für die Diskussion einzelner paläogeographischer, stratigraphischer und phylogenetischer Fragen von größerer Tragweite zu gewinnen.

Ich konnte mich bei einem solchen Versuch auf die wichtigen, ein ähnliches Ziel, allerdings vorwiegend im stratigraphischen Rahmen anstrebenden Arbeiten mehrerer Vorgänger, wie E. v. Mojsisovics, E. Haug,[4] insbesondere aber der Mitarbeiter an dem ersten Band der Lethaea mesozoica: Philippi, Noetling, G. v. Arthaber und Frech stützen. Als einen für die Beurteilung der vorliegenden

[1] Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. Bd. XLVII 1883, p. 277–310.

[2] Ibidem, Bd. L. 1885, p. 57–142.

[3] V. Uhlig: Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. Mitt. Geol. Ges. Wien, IV. 1911, p. 329–448.

[4] E. Haug: Traité de géologie, II/1, 1910, p. 848–923.

Publikation im Verhältnis zu den eben genannten wesentlichen Punkt möchte ich indessen die Tatsache hervorheben, daß meine Untersuchungen in erster Linie die marinen Faunen und ihre Verbreitung zum Gegenstand haben und auf einer persönlichen Kenntnis der wichtigsten triadischen Cephalopodenfaunen beruhen. Ich darf wohl sagen, daß, von der Fauna Neu-Caledoniens abgesehen, kaum eine der reichen marinen Triasfaunen der Erdoberfläche mir nicht aus eigener Anschauung bekannt geworden ist.

Meine Arbeiten über triadische Meeresfaunen reichen über mehr als zwanzig Jahre zurück. Sie knüpfen an die von mir im Auftrag der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften und mit Unterstützung der kaiserlich indischen Regierung im Jahre 1892 unternommene Expedition in den Zentralhimalaya von Kumaon, Gurhwal und Hundes an. Ich habe nicht nur die skythischen und anisischen Cephalopoden aus dem von mir selbst gesammelten fossilen Material, sondern später bis zum Jahre 1913 auch die ganzen reichen Schätze triadischer Versteinerungen bearbeitet, die von Mitgliedern der Geological Survey of India in Calcutta, wie H. Hayden, A. v. Krafft, F. H. Smith, C. S. Middlemiss, E. Vredenburg u. a. bei den geologischen Aufnahmen im Himalaya, in Baluchistan und Oman zustande gebracht worden sind. Meine Kenntnis der Faunen des Himamalayischen Reiches ist durch eine Untersuchung der Cephalopodenfaunen des Ussurigebietes bei Wladiwostok im Jahre 1895 wesentlich vervollständigt worden. Im Sommer 1897 hatte ich Gelegenheit, anläßlich des VII. Internationalen Geologenkongresses die von E. v. Mojsisovics bearbeitete Triasfauna vom Olenek in den Sammlungen der kaiserlich russischen Akademie in St. Petersburg zu studieren. Selbständig habe ich später noch zwei sibirische Faunen bearbeitet, deren eine, die von Baron Toll im Janalande gesammelt worden war, der Olenek-, beziehungsweise der Magylfauna gleichsteht, während die zweite, der karnischen Stufe angehörend, von der Insel Kotelny im Neusibirischen Archipel uns ganz neue Einblicke in die Zusammensetzung der karnischen Ammonitenfauna des hohen Nordens eröffnet hat. Aus den Triasablagerungen am Eisfjord in Spitzbergen habe ich ein kleines Material gelegentlich meiner Exkursion nach Spitzbergen im Sommer 1893 zu Gesicht bekommen. Die von E. v. Mojsisovics im Jahre 1886 bearbeiteten Cephalopoden von dieser Lokalität waren mir anläßlich des XI. Internationalen Geologenkongresses in Stockholm im Jahre 1910 zugänglich. Das Triasgebiet von Zacatecas habe ich unter Dr. K. Burckhardts Führung auf einer Exkursion im Anschluß an den X. Internationalen Geologenkongreß in Mexiko 1906 kennen gelernt. Mit der Trias der Alpen haben mich zahlreiche Exkursionen und die Bearbeitung einzelner Cephalopodenfaunen (Schiechlinghöhe, Südtiroler Dolomiten, Bakony) vertraut gemacht. Auch das sonst in Wien zur Bearbeitung gelangte Material an Triascephalopoden aus den Alpen, aus Bosnien und Süddalmatien (G. v. Bukowski, Salopek), Albanien (G. v. Arthaber) und der Dobrudscha (Kittl) kenne ich aus eigener Anschauung. In Gemmellaro's reiches Material aus der Trias von Sizilien konnte ich bei einem Besuche der Universität in Palermo zu Ostern 1911 Einsicht nehmen. Eine sehr schöne und reichhaltige Sammlung von Triasammoniten aus Californien hat mir Herr J. P. Smith, Professor an der Stanford University in Palo Alto, überlassen. Von Herrn Professor Th. Tschernyschew wurden mir die von Edelstein in Russisch-Turkestan gesammelten Fossilien der Untertrias, von Herrn Professor G. Boehm in Freiburg Cephalopoden aus der Trias von Neuseeland, von Herrn P. v. Wittenburg in St. Petersburg Triasfossilien aus dem Kaukasus, von Herrn Professor H. Douvillé in Paris Ammoniten aus der Untertrias von Madagascar in den letzten Jahren zur Untersuchung übermittelt.

Um mir über die Frage des Alters und über die Weltstellung der Trias von Japan ein Urteil zu bilden, bereiste ich im Sommer 1913 mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften die Insel Shikoku und die Provinz Rikuzen im Norden der Insel Nipon. Im Frühjahr 1914 schloß ich die Vorstudien für diese Arbeit mit einem Besuche der Sammlungen an der Ecole nationale des Mines in Paris und am Geologischen Institut der Universität in Bonn ab. An dem erstgenannten Ort wurden mir durch Herrn Professor H. Douvillé die von H. Mansuy bearbeiteten Triasfossilien aus Tonkin und Yünnan zugänglich gemacht. In Bonn lernte ich unter Führung des Herrn Dr. Otto Welter die herrlichen Schätze aus der Triasfauna von Timor, ferner das von Herrn Geheimrat

G. Steinmann aus Peru mitgebrachte Triasmaterial kennen. Auch für diese Reise hat mir die kaiserliche Akademie der Wissenschaften aus ihrem Boué-Fonds eine Subvention im Betrage von 1000 Kronen bewilligt. Für die vielfache Unterstützung, die die hohe Akademie meinen Studien über marine Trias — von meiner Betrauung mit der Expedition in den Zentralhimalaya im Jahre 1892 angefangen — hat zuteil werden lassen, sage ich ihr an dieser Stelle nochmals meinen verbindlichsten Dank.

Aufrichtigen Dank schulde ich auch den sämtlichen oben genannten Kollegen, die durch ihr liebenswürdiges Entgegenkommen eine synthetische Arbeit wie die hier vorliegende überhaupt möglich gemacht haben.

Eine kaum minder wichtige Grundlage meiner Untersuchungen als das eigene vergleichende Studium so vieler und verschiedener Triasfaunen war endlich eine kritische Durcharbeitung der gesamten Literatur über Triascephalopoden, deren Ergebnis in dem Bande »Cephalopoda triadica« des in dem Verlage von W. Junk in Berlin herausgegebenen »Animalium fossilium Catalogus« vorliegt. Bei der Zersplitterung der Literatur und der Unsicherheit der systematischen Stellung vieler Fundstücke erwies sich eine kritische Prüfung der einzelnen Angaben als eine durchaus notwendige Vorarbeit, nachdem E. Kittl kurze Zeit vorher eine ähnliche Revisionsarbeit für die stratigraphisch bedeutsamen Pelecypodenfamilien der *Halobiidae* und *Monotidae* besorgt hatte.

In Übereinstimmung mit M. Neumayr, E. v. Mojsisovics und V. Uhlig halte ich an der Überzeugung fest, daß die stratigraphischen und zoogeographischen Anordnungen für die mesozoische Ära sich in erster Linie auf die Cephalopoden stützen müssen. Dabei übernehmen die Rolle, die den Belemniten im Jura und in der Unterkreide zufällt, in der Triasperiode die *Nautiloidea*, deren Formenmannigfaltigkeit und üppige Entwicklung noch nicht jener Einförmigkeit Platz gemacht hat, die sich zuerst im Lias einstellt.

Über eine solche unvermeidliche Bevorzugung des »auserwählten Volkes der Ammoniten« ist gelegentlich, jedoch mit Unrecht gespottet worden. Es gibt eben während der ganzen mesozoischen Ära keine zweite Gruppe wirbelloser Meerestiere, die mit einer großen und raschen Verbreitungsfähigkeit und häufigem Vorkommen in den verschiedenartigsten Sedimenten eine relativ so kurze Lebensdauer verbinden, daß sie einerseits als Leitfossilien für stratigraphische Horizonte fast uneingeschränkt verwertet werden können, anderseits infolge der leichten Veränderlichkeit ihrer spezifischen Merkmale sich für eine Charakterisierung faunistischer Provinzen in besonderem Maße eignen. Diese beiden, gerade für Untersuchungen, wie sie hier vorliegen, hochbedeutsamen Eigenschaften der Ammoniten sind selbst von einem Forscher wie Max Semper,[1] der sich dem Prinzip stratigraphischer Korrelation gegenüber, gleiche Formen als gleich alt anzusehen, so überaus kritisch erweist, rückhaltlos anerkannt worden.

Die Ergebnisse derartiger Untersuchungen werden allerdings einigermaßen verschieden bewertet werden müssen, je nach der Vorstellung, die wir uns von der Lebensweise der Ammoniten und von der Verbreitung ihrer Schalen bilden. Ich habe an anderer Stelle[2] zu zeigen versucht, daß man aus der benthonischen Lebensweise des rezenten *Nautilus* nicht auf eine übereinstimmende Lebensweise aller Ammoniten schließen dürfe, daß vielmehr bei ihnen die Mannigfaltigkeit der Lebensweise ebenso groß gewesen sein mag, wie jene der Gehäusebildung. Aber auch derjenige, der in Übereinstimmung mit mir für die Mehrzahl der Ammoniten eine nektonische Lebensweise annimmt, wird mit der letzteren nicht ohne weiteres die Vorstellung einer mühelosen Meeresbeherrschung durch die Ammoniten verbinden dürfen. Wohl gibt es eine Anzahl weltweit verbreiteter Ammoniten, aber sie treten doch ganz erheblich zurück hinter den auf bestimmte Provinzen beschränkten Formen. Auch die Verbreitung der Ammoniten scheint in der Regel an den Verlauf alter Küstenlinien gebunden und nur ausnahmsweise quer über die Breite eines Ozeans hinweg erfolgt zu sein.

---

[1] M. Semper: Die Grundlagen paläogeographischer Untersuchungen. Zentralblatt für Mineral. etc. 1908, p. 443.

[2] C. Diener: Lebensweise und Verbreitung der Ammoniten. Neues Jahrb. für Mineral. etc. 1912, II., p. 67—89.

Die Zahl der weltweit verbreiteten Ammonitengattungen ist in der Trias geringer als im Jura. Als kosmopolitisch, d. h. in allen marinen Reichen der Triasperiode nachgewiesen, können die folgenden Genera beziehungsweise Subgenera bezeichnet werden:

Arcestes Suess (Skythisch-Rhätisch).
Proarcestes Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Beyrichites Waag. (Mesotrias).
Clionites Mojs. (Neotrias).
Hedenstroemia Waag. (Skythisch).
Hungarites Mojs. (Skythisch, Mesotrias).
Anatomites Mojs. (Neotrias).
Meekoceras Hyatt. (Skythisch).
Monophyllites Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Placites Mojs. (Neotrias).
Ptychites Mojs. (Mesotrias).
Anolcites Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Sibirites Mojs. (Skythisch, Anisisch).
Protrachyceras Mojs. (Ladinisch, Karnisch).
Xenodiscus Waag. (Skythisch).

Zu ihnen gesellt sich eine einzige Gattung der Nautiloidea: *Orthoceras* Breyn., das langlebigste aller bekannten Cephalopodengenera.

Weltweit verbreitete Ammonitenarten, d. h. solche, die in allen marinen Reichen der Triasperiode zu Hause sind, kenne ich nicht. Wohl aber gibt es einzelne, die durch eine sehr weite horizontale Verbreitung ausgezeichnet sind. So finden sich *Ceratites trinodosus* Mojs. im Mediterrangebiet, im Himalaya und in Nevada, *Tropites subbullatus* Hau. in den Alpen, im Himalaya, in Timor und Californien.

Die Schwierigkeit, der Uhlig[1] bei der Verwendung der Ammonitenspezies für zoogeographische Untersuchungen in der Juraperiode begegnete, macht sich für die Triasperiode weit weniger fühlbar. Einerseits kommt die Verschiedenheit in der Artfassung bei der verhältnismäßig kleineren Zahl der Autoren lange nicht in dem gleichen Maß zur Geltung, anderseits habe ich diese Schwierigkeit dadurch vermieden, daß ich den größten Teil des für meine Untersuchungen wichtigen Materials an Cephalopoden selbst in Augenschein nehmen und prüfen konnte. Ich bin daher in der Lage, mich nicht nur auf Gattungen, Untergattungen und engere Gruppen, wie Uhlig, sondern in den meisten Fällen direkt auf die Spezies, wie in den zoogeographischen Untersuchungen der Gegenwart stützen zu können.

Bei der analytischen Methode der vergleichenden Untersuchung der triadischen Cephalopodenfaunen bin ich selbstverständlich im Sinne von A. Handlirsch[2] vorgegangen, der erst vor kurzem wieder gegen eine zu weitgehende Verwendung negativer paläontologischer Befunde und gegen eine übermäßige Betonung ganz isolierter tiergeographischer Übereinstimmungen unter Vernachlässigung der überwiegenden Masse verschiedener Formen begründeten Einspruch erhoben hat.

Man könnte den Wert solcher Untersuchungen, die wie die vorliegende, in erster Linie die Ammoniten heranziehen, durch einen Hinweis auf Walther's bekannte Annahme einer passiven Verfrachtung der leeren Ammonitenschalen durch Winde und Meeresströmungen zu entkräften versuchen. Ich habe an anderer Stelle (l. c. p. 84) die Gründe auseinandergesetzt, die mich zu der Überzeugung veranlassen, daß der Lebensbezirk der Ammoniten wohl in der Regel mit dem Ort zusammenfällt, an dem wir ihre fossilen Schalen antreffen, und daß die passive Verfrachtung für die Verbreitung der Ammonitengehäuse nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt. Aber auch derjenige, der der Ver-

[1] V. Uhlig: Die marinen Reiche etc. l. c. p. 337.

[2] A. Handlirsch: Beiträge zur exakten Biologie. Sitzungsber. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. CXXII, 1913, p. 398.

frachtungshypothese Walthers beipflichtet, wird sich vor Augen halten müssen, daß das Verbreitungsgebiet der leeren Schalen des rezenten *Nautilus Pompilius* sich mit dessen Lebensbezirk deckt, weil eben die Verfrachtung der Gehäuse durch dieselben Meeresströmungen erfolgt, die auch die Besiedelung der Küstenstriche durch die lebenden Tiere regeln.

Den Cephalopoden stehen unter den wirbellosen Meerestieren der Triasperiode die Bivalven an zoogeographischer Bedeutung am nächsten. Die Familien der *Halobiidae* und *Monotidae*, ferner die Gattung *Myophoria* zeigen eine hinreichende Neigung zu einer genügend raschen Veränderung spezifischer Merkmale, um in einzelnen gut charakterisierten Arten bestimmte Stufen, selbst Unterstufen nur selten zu überdauern. Aber die Bivalven stellen zu den weltweit verbreiteten Triasfaunen des Meeres ein größeres Kontingent als die Ammoniten und eignen sich daher weniger als Wertmesser für eine lokale Sonderung der Entwicklungskreise. Die Bivalvenfauna der alpinen Werfener Schichten kehrt mit ganz geringen Veränderungen in Kaschmir, Turkestan, im südlichen Sibirien, am Golf Peters des Großen und in Spitzbergen wieder, während die Cephalopodenfaunen dieser Regionen auf das schärfste geschieden sind.

Während der norischen Epoche ist in der ganzen Umrandung des Pazifischen Ozeans und in den arktischen Regionen der Formenkreis der *Pseudomonotis ochotica* Keyserl. so allgemein verbreitet, daß man ein durch diese Pelecypodengruppe charakterisiertes Arktisch-Pazifisches Reich für jene Epoche als eine große selbständige Einheit der Tethys gegenüberstellen könnte. Eine solche Zusammenfassung aller Triasbildungen der norischen Stufe von Werchojanssk bis Peru und Neuseeland ist in der Tat von E. v. Mojsisovics und E. Haug befürwortet worden. Es bleibt aber die Frage offen, ob gerade so kosmopolitische Formen wie *Pseudomonotis ochotica* zur Charakterisierung faunistischer Reiche mit Erfolg verwendet werden können. Sie täuschen uns eine Einheitlichkeit der Fauna vor, die in Wirklichkeit vielleicht nicht existiert hat. Würden wir reiche Cephalopodenfaunen aus den Landstrichen kennen, in denen die Schichten mit *Pseudomonotis ochotica* verbreitet sind, so würden sie möglicherweise der Ansicht, daß alle jene so weit voneinander abliegenden Gebiete zur norischen Zeit einer einheitlichen zoogeographischen Provinz angehört hätten, keine Stütze bieten. Zu welchen irrtümlichen zoogeographischen Schlüssen könnte uns die Übereinstimmung der Bivalvenfauna von Wladiwostok mit jener der Werfener Schichten verleiten, wenn uns in diesem Falle nicht die durchgreifende Verschiedenheit der Cephalopodenfaunen vor solchen bewahren würde!

Die dritte große Hauptabteilung der Mollusken, die Glossophoren, kann zu unseren Betrachtungen nicht herangezogen werden, da an Gastropoden einigermaßen reiche Ablagerungen außerhalb des Mediterrangebietes in der Trias so gut wie ganz fehlen. Etwas Ähnliches gilt für die Echinodermen. Die Anhäufung der Trochitenkalke im deutschen Muschelkalk aus den Stielgliedern von *Encrinus* und *Dadocrinus* ist eine Bildung von rein lokaler Bedeutung. Die Armut der Triasablagerungen — von St. Cassian abgesehen — an Seeigeln, die sonst in jüngeren mesozoischen Sedimenten so häufig mit Brachiopoden vergesellschaftet auftreten, beraubt uns eines für die Charakterisierung bestimmter neritischer Ablagerungen wertvollen Faunenelements.

Nur in beschränktem Maß lassen sich für Untersuchungen, wie sie hier vorliegen, die Brachiopoden verwenden. Gegenüber ihrer außerordentlichen Häufigkeit und Formenmannigfaltigkeit in der Permzeit überrascht ihre große Seltenheit und Einförmigkeit in der skythischen Epoche. Allerdings werden sie im Muschelkalk wieder häufiger und formenreicher, aber ihr stratigraphischer Wert wird wesentlich eingeschränkt durch die Tatsache, daß gerade eine Anzahl der wichtigsten und bezeichnendsten Typen der Muschelkalkepoche in der karnischen Stufe mit kaum veränderten Merkmalen wieder erscheint. Diese Tatsache ist im Himalaya ebensowohl als in den Alpen beobachtet worden. Bei einer so langen Lebensdauer der einzelnen Spezies kann ihrer horizontalen Verbreitung über die Grenzen verschiedener mariner Reiche hinaus nicht dieselbe Bedeutung beigemessen werden wie den kurzlebigen Ammoniten.

Korallen sind aus der unteren Trias überhaupt nicht bekannt, in der mittleren Trias selten und nur in gewissen obertriadischen Ablagerungen der Alpen, der Insel Timor und des nordamerikanischen

Westens häufiger. Echte Riffkorallen spielen unter ihnen eine wichtige Rolle und geben uns Kenntnis von einer überraschenden Gleichartigkeit der Lebensbedingungen unter dem 60. Grad nördlicher Breite in Alaska, unter dem 47. Grad in den Ostalpen und im Äquatorialgebiet des Sundaarchipels.

Reiche Fischfaunen triadischer Meere kennen wir nur aus dem Mediterranen Reich. Deecke[1] betrachtet die sämtlichen hier zu nennenden Bildungen in den Alpen und im Apennin, wie die Asphaltschiefer von Besano, Lumezzane, Seefeld und Giffoni, die Perledokalke, die Schiefer von Lunz und Raibl, als Sedimente flacher, schlammiger, geschützter Meeresbuchten. Formen, die den alpinen und süditalischen sehr ähnlich sind, haben sich in dem faziell gleichartigen Muschelkalk Spitzbergens gefunden, während die Ammonitenfaunen beider Regionen nur sehr wenige gemeinsame Merkmale aufweisen. Um so größere Bedeutung gewinnt unter diesen Umständen die Tatsache, daß die Meeresreptilien aus den gleichen Ablagerungen Spitzbergens ein nicht weniger eigentümliches Faunenelement dieser Insel darstellen als die Ammoniten. Auch die Ichthyosaurierfauna von Nevada und Californien verstärkt ganz wesentlich die faunistischen Eigentümlichkeiten des Andinen Reiches. Dagegen können zu einem besseren Verständnis der Beziehungen der alpinen Region zu ihrer neritischen Randzone im germanischen Triasbecken die Fischfaunen beider Gebiete immerhin mit Erfolg herangezogen werden.

Diese Erörterung dürfte hinreichen, um die Bevorzugung der Ammoniten für die stratigraphischen Korrelationen und die zoogeographischen Anordnungen zu rechtfertigen, wie sie in der vorliegenden Arbeit zum Ausdruck kommen soll.

Die empirische Vergleichung der wichtigsten Weltfaunen des Oberjura und des Neokoms hat Uhlig zu der Unterscheidung von mindestens vier großen Faunengebieten oder Entwicklungszentren mariner Faunen geführt, die er als Boreal-Nordandines, Mediterran-Kaukasisches, Himamalayisches und Südandines Reich[2] bezeichnet. In meiner Arbeit »Über die Konstanz einiger Hauptgrenzen der marinen mesozoischen Reiche« habe ich zu zeigen versucht, daß diese Reiche für sehr lange Zeiträume innerhalb der mesozoischen Ära Geltung besitzen, und daß selbst ihre Hauptgrenzen — von gewissen, zeitweiligen Verschiebungen und Schwankungen abgesehen — eine auffallende Beständigkeit erkennen lassen.[3]

In der vorliegenden Arbeit sollen die Entwicklung und die Veränderungen der einzelnen Reiche und ihrer Unterabteilungen, der zoogeographischen Provinzen, während der Triasperiode an der Hand der stratigraphischen und paläontologischen Daten verfolgt werden. Da die Unterscheidungen, die wir hier aufstellen wollen, sich über einen unvergleichlich längeren Zeitraum erstrecken als jenen, der der Epoche des Oberjura und der tiefsten Unterkreide entspricht, so ergibt sich die Notwendigkeit, die einzelnen Hauptabschnitte der Trias gesondert zu betrachten. Auf diese Weise wird es am ehesten möglich sein, eine Übersicht über die Richtung der faunistischen Differenzierungen zu gewinnen, die sich von der Oberkante des Perm bis zum Beginn der Liasepoche keineswegs durchaus in demselben Rahmen bewegt haben. Für die Zwecke dieser Darstellung erachte ich die Gliederung der Trias in drei Hauptabteilungen in Übereinstimmung mit F. Frech für ausreichend, ziehe jedoch im Anschluß an E. v. Mojsisovics und im Widerspruch mit A. Bittner und G. v. Arthaber die Grenze zwischen der mittleren und oberen Trias, beziehungsweise zwischen der ladinischen und karnischen Stufe unterhalb der Zone des *Trachyceras Aon*, also zwischen den Wengener und St. Cassianer Schichten. Abgesehen davon, daß eine solche Grenzführung einer natürlichen Abgrenzung der Meeresregression

---

[1] W. Deecke: Paläontologische Betrachtungen. IV. Über Fische. Neues Jahrb. für Mineral. etc. 1913, II. p. 79.

[2] E. Dacqué (Neue Beiträge zur Kenntnis des Jura in Abessynien. Beitr. zur Geol. u. Paläontol. Österr. Ungarns etc. XXVII. 1914, p. 13) hat auf den Mangel einer bündigen Definition der Begriffe »Reich« und »Provinz« bei Uhlig hingewiesen. Obwohl sich die Dehnbarkeit der systematischen Ausdrücke auch in der von Uhlig eingeführten Terminologie ohne Zweifel geltend macht, glaube ich dieselben doch beibehalten zu sollen, da die Unterschiede in der Fassung der Kategorien »Reich«, »Provinz«, »Subregion« etc. aus der vorliegenden Arbeit selbst klar ersichtlich sein dürften.

[3] C. Diener: Über die Konstanz einiger Hauptgrenzen der marinen mesozoischen Reiche. Mitteil. Geol. Ges. Wien, V., 1912, p. 13—19.

am Ende der Muschelkalkperiode in Deutschland näher kommt — Äquivalente der Cassianer Schichten sind im Muschelkalk des germanischen Triasbeckens nicht mehr vertreten — scheinen mir auch die faunistischen Beziehungen der Zone des *Trachyceras Aon* zu jener des *Tr. Aonoides* erheblich enger zu sein als zu der vorangehenden Zone des *Protrachyceras Archelaus*.

Die Einteilung des Oberjura, nach seinen Faunen beurteilt, in vier Hauptreiche läßt sich auch für die Trias aufrecht erhalten. Nur erscheint es zweckmäßig, Uhlig's Bezeichnung »Südandines Reich« durch »Andines Reich« für die Triasperode zu ersetzen, da dieses Reich auch einen großen Teil des nordamerikanischen Westens bis Oregon und Idaho im Norden umfaßt. Für eine Teilung dieses Reiches in eine nord- und südandine Hälfte mangeln uns vorläufig noch genügende Anhaltspunkte. Wir unterscheiden mithin als Hauptfaunengebiete der Trias ein Boreales, ein Mediterranes, ein Himamalayisches und ein Andines Reich.

Während der unteren und mittleren Trias zeigt das Boreale Reich den drei anderen gegenüber die gleiche relativ starke Abgeschlossenheit wie im Oberjura. Erst in der Obertrias zur Zeit der karnischen Stufe beginnen die scharfen Gegensätze sich zu verwischen und greift eine engere Verbindung auch zwischen den Faunenelementen des arktischen und des gemäßigt-äquatorialen Gürtels durch das zahlreiche Auftreten gemeinsamer Typen Platz.

I. Das Boreale Reich.

Geschlossene Reihe triadischer Sedimente in Spitzbergen. — Skythische Transgression am unteren Olenek und im Neusibirischen Archipel. — Karnische Transgression auf der Bäreninsel, am Heurekasund, am Dulgolach, auf der neusibirischen Insel Kotelny und in Alaska. — Eigenartiger Charakter der skythischen und anisischen Borealfauna. — Sonderung des spitzbergischen vom sibirischen Triasgebiet. — Pazifische Einwanderung zur Zeit der karnischen Transgression. — Universelle Fauna der norischen Stufe mit *Pseudomonotis ochotica*. — Norische Korallenfauna in Alaska. — Borealer Charakter der karnischen Fauna von Britisch-Columbia.

Die marinen Sedimente des Borealen Reiches sind nicht, wie jene der Tethys, im Bereiche großer Geosynklinalen zur Ablagerung gekommen. Wohl liegt auch hier die marine Trias vielfach in gefaltetem Gebirge, so im Werchojan'schen Bogen bei Werchojanssk, am Mittellauf des Dulgolach, im Mündungsgebiet der Jana und des Olenek und auf den Neusibirischen Inseln, desgleichen auf der westlichen Hemisphäre am Heurekasund in Ellesmereland. Dagegen greift marine Trias in Spitzbergen und auf der Bäreninsel auf Stücke alter Tafeln über, die seit der kambrischen, beziehungsweise devonischen Zeit nicht mehr von faltenden Bewegungen ergriffen worden sind.

Transgressionen von mäßiger Ausdehnung haben sich hier zur Zeit der skythischen und karnischen Stufe geltend gemacht. Ein auffallendes Merkmal der obertriadischen Sedimente der Polarregion, in den gefalteten Gebirgsstücken des Werchojan'schen Bogens und am Heurekasund ebensowohl als im Tafelland Spitzbergens, ist die innige Verknüpfung mit zahlreichen Lagergängen basischer Eruptivgesteine.[1]

Eine einigermaßen geschlossene Serie triadischer Sedimente, die auf eine vielleicht nur während der ladinischen Stufe zeitweilig unterbrochene Meeresbedeckung vom Perm bis zum Beginn der rhätischen Stufe hinweist, findet sich nur in Spitzbergen. Am besten bekannt sind die Profile auf der Hauptinsel an der im Kap Thordsen gegen den Eisfjord vorspringenden Landzunge. Eine stattliche Anzahl schwedischer Expeditionen — Blomstrand 1861, Nordenskjoeld 1864 und 1868, Wilander und Nathorst 1870, Oeberg 1872, Nathorst und de Geer 1882, Nathorst und S. G. Andersson 1898, de Geer 1896 und 1908 — hat die Triasgliederung in den Profilen am Eisfjord und Bellsund festgestellt und ein reiches Fossilmaterial gesammelt. Die Evertebratenfauna ist von Lindstroem[2] (1865), Oeberg[3] (1877), Lundgren[4] (1883) und E. v. Mojsisovics[5] (1886) bearbeitet worden. Eine zusammenfassende Darstellung der Triasablagerungen Spitzbergens und der Bäreninsel hat A. G. Nathorst[6] anläßlich der Spitzbergenexkursion des XI. Internationalen Geologenkongresses in Stockholm (1910) veröffentlicht. An wichtigen Mitteilungen sind seither die Publikationen Stolley's über einige stratigraphische und paläontologische Ergebnisse der oben erwähnten Kongreßexkursion, Joh. Boehms über die von Nathorst 1898 am Bellsund gesammelten Triasversteinerungen und vor allem P. v. Wittenburgs über das von Th. Tschernyschew anläßlich der schwedisch-russischen Gradmessungen in

---

[1] E. Suess: Das Antlitz der Erde. III/2, p. 382.

[2] G. Lindstroem: Om Trias- och Jura-försteningar fran Spetsbergen. Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl. Stockholm, VI., No. 6, 1865.

[3] P. Oeberg: Om Trias-försteningar fran Spetsbergen. Ibidem, XIV., No. 14, 1877.

[4] B. Lundgren: Bemerkungen über die von der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1882 gesammelten Trias- und Jurafossilien. Bihang till Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl. Stockholm, VIII., No. 12, 1883.

[5] E. v. Mojsisovics: Arktische Triasfaunen. Mém. Acad. Imp. sciences St. Pétersbourg, sér. VII., T. XXXIII., No. 6, 1886.

[6] A. G. Nathorst: Beiträge zur Geologie der Bäreninsel, Spitzbergens und des König Karl-Landes. Bull. Geol. Institution University of Upsala, X., 1910/11, p. 350—360.

den Jahren 1899 bis 1901 an der Westküste des Storfjords zustande gebrachte Fossilmaterial hinzugekommen.

Aus der Darstellung Nathorst's ergibt sich eine Gliederung der Triasserie in den Profilen am Eisfjord auf lithologischer Basis in zwei Hauptabteilungen. Die untere, etwa 300 *m* mächtig, ist in der Fazies bituminöser Schiefer mit phosphoritischen Gesteinen und Kalkgeoden, die obere (zirka 200 *m*) in Sandsteinfazies ausgebildet. Kalkzüge treten in dieser schieferig-sandigen, mit basischen Lagergängen verknüpften Entwicklung, die keinesfalls als eine bathyale angesehen werden kann, nur sehr untergeordnet auf.

Den Abschluß der Meeresbedeckung bezeichnet eine Regression zur Zeit der rhätischen Stufe, die durch pflanzenführende Sandsteine vertreten ist. Die Lücke in den marinen Sedimenten reicht bis zur Oxfordstufe des Oberjura. Zwischen Perm und Trias scheint eine scharfe Grenze nicht zu bestehen. Spuren der untersten Trias in fossilführender Ausbildung sind nicht aus der Umrandung des Eisfjords, wohl aber von der Axelinsel bekannt. Aus glimmerigen Sandsteinen, die lithologisch mit jenen der Seiser Schichten Südtirols übereinstimmen, mithin eine ausgesprochene Flachwasserbildung darstellen, hat P. v. Wittenburg[1] eine Faunula beschrieben, die sich durchaus aus indifferenten Zweischalern der alpinen Werfener Schichten zusammensetzt. Ferner kennt man sichere Untertrias von Reindeer Point am Hornsund, wo sich neben spärlichen Bivalven von indifferentem Habitus auch ein Ammonit, *Meekoceras* (*Gyronites*) *Nathorsti* Boehm, gefunden hat.[2] Die Untergattung *Gyronites* fehlt in der Untertrias der Alpen, ist dagegen in den skythischen Ablagerungen des indischen und zirkumpazifischen Triasgebietes häufig.[3]

In den zusammenhängenden Profilen am Eisfjord beginnen die fossilreichen Aufschlüsse der Trias, die durch einen Komplex tauber Bänke von den die letzteren konkordant unterlagernden Permschichten getrennt werden, mit den Posidonomyenschichten. In den Kalkgeoden derselben finden sich neben den massenhaft vorkommenden Schalen der *Posidonomya Mimer* Oeberg mehrere glatte oder schwach skulpturierte Arten der ausschließlich auf Spitzbergen beschränkten Ammonitengattung *Arctoceras* Hyatt (Gruppe des *Ceratites polaris* Mojs.), ferner *Monophyllites spetsbergensis* Oeberg und, nach Stolley, auch *Meekoceras* (*Gyronites*) cf. *applanatum* White. Das Vorkommen der zuletzt genannten Spezies hat Stolley[4] veranlaßt, das Posidonomyenniveau im Gegensatz zu E. v. Mojsisovics, nicht der tieferen Abteilung der anisischen, sondern noch der skythischen Stufe zuzurechnen. Einem besonderen Horizont, der in der Tat der anisischen Stufe zufällt, gehören das kräftiger skulpturierte *Arctoceras costatum* Oeberg und *Keyserlingites*(?) *Vega* Oeberg an. Aus den Posidonomyenschichten stammen ferner zahlreiche Fischreste,[5] die sich allerdings auf zwei Gattungen beschränken, und die einzigen bisher bekannten marinen Labyrinthodonten (*Aphaneramma, Lonchorhynchus*).[6]

Es folgt das untere Saurierniveau mit zahlreichen Resten der ausschließlich in Spitzbergen heimischen Gattung *Pessopteryx* Wiman[7] und darüber das Hauptlager der Bivalven, Cephalopoden

---

[1] P. v. Wittenburg: Über Werfener Schichten von Spitzbergen. Bull. Acad. Imp. d. sciences. St. Pétersbourg, 1912, p. 947.

[2] Joh. Boehm: Über Triasversteinerungen vom Bellsund auf Spitzbergen. Archiv för Zoologi, Kgl. Svenska Vet. Akad. Stockholm, VIII., No. 2, 1912, p. 11.

[3] P. v. Wittenburg (l. c. p. 948) hält auch Schichten am Storfjord für untertriadisch, aus denen Th. Tschernyschew *Pseudomonotis*-Formen gesammelt hat, die den Gruppen der *Eumorphotis Telleri* Bittn. und der *Pseudomonotis illyrica* Bittn. angehören (vgl. P. v. Wittenburg: Über einige Triasfossilien von Spitzbergen. Travaux du Musée géol. Pierre le Grand près l'Acad. Imp. d. sciences St. Pétersbourg, T. IV. 1910, p. 34).

[4] E. Stolley: Zur Kenntnis der arktischen Trias. Neues Jahrb. für Min. 1911/I., p. 122.

[5] Smith Woodward (Notes on some fish remains from the Lower Trias of Spitzbergen. Bull. Geol. Institute University of Upsala, XII. 1912) hat aus diesem Niveau je eine neue Art von *Acrolepis* und *Belenorhynchus* beschrieben.

[6] C. Wiman: Ein paar Labyrinthodontenreste aus der Trias Spitzbergens. Bull. Geol. Institute University of Upsala, IX, 1908/09, p. 34.

[7] C. Wiman: Ichthyosaurier aus der Trias Spitzbergens. Ibidem, X., 1910, p. 124.

und Ichthyosaurier in der Trias von Spitzbergen, die Daonellenschichten. Keine einzige der zahlreichen, diesen Horizont bezeichnenden Arten ist bisher außerhalb Spitzbergens angetroffen worden. Unter den Meeresreptilien erscheint neben einer neuen Art von *Mixosaurus* die durch die eigentümliche Gestalt der Finnenknochen charakterisierte Gattung *Pessosaurus* Wiman. Unter den Cephalopoden herrschen die weltweit verbreitete Gattung *Ptychites* Mojs. und die sonst nur noch aus dem Andinen Reich bekannten Genera *Gymnotoceras* Hyatt[1] (Gruppe der *Ceratites geminati* Mojs.) und *Parapopanoceras* Haug vor. Als Seltenheiten finden sich je ein Vertreter der universell verbreiteten Cephalopodengattungen *Monophyllites* und *Syringonautilus* (*Nordenskjoeldi* Lindstr.) und der auf Spitzbergen beschränkten Genera *Sibyllonautilus* Dien. (*S. Sibyllae* Mojs.) und *Tellerites* Mojs. (*T. furcatus* Oeberg).[2]

E. v. Mojsisovics hat die Daonellenschichten Spitzbergens mit dem Muschelkalk, also mit der anisischen Stufe im Sinne unserer modernen Triasnomenklatur, parallelisiert. »Es bedarf kaum einer näheren Begründung«, sagt er (l. c. p. 145), »wenn wir diese Fauna dem Muschelkalk homotax stellen. Ein Blick auf die Abbildungen der Ptychiten genügt zur Rechtfertigung dieser Annahme.« Dagegen hat Stolley (l. c. p. 117), durch die weitgehende fazielle Ähnlichkeit der spitzbergischen Daonellenschichten mit jenen der Wengener Schichten Südtirols verleitet, die ersteren als ladinisch, beziehungsweise als »ziemlich genaue Äquivalente der Wengener Schichten des Südalpengebietes« angesprochen.

Einer solchen Altersstellung der Daonellenschichten des Eisfjords widersprechen die faunistischen Verhältnisse in der entschiedensten Weise. Von den drei auch außerhalb des Borealen Reiches verbreiteten Ammonitengattungen findet sich *Parapopanoceras* in Californien vergesellschaftet mit Formen, die, wie *Xenodiscus Bittneri* oder *Tirolites pacificus*, eher auf die skythische als auf die anisische Stufe hinweisen, *Gymnotoceras* in der mittleren Trias von Nevada, deren weitaus überwiegend anisische Anteile sich von den spärlichen ladinischen nicht scharf trennen lassen, *Ptychites* endlich in der anisischen und ladinischen Stufe innerhalb der Tethys. Die Gruppe der *Ptychites rugiferi* jedoch, der sämtliche spitzbergischen Ptychiten angehören, ist in den Alpen, im Himalaya und in Japan auf die anisische Stufe beschränkt und für diese geradezu charakteristisch. Auch die beiden spitzbergischen Daonellen dieses Niveaus zeigen erheblich nähere Beziehungen zu anisischen als zu ladinischen Daonellenspezies. *Daonella arctica* Mojs. ist nach Kittl genetisch verknüpft mit der anisischen *D. Sturi*. Ebenso hat *D. Lindstroemi* Mojs., die mit *D. gaderana* Kittl aus der anisischen Stufe der Südalpen am nächsten verwandt zu sein scheint, nähere Beziehungen zu Muschelkalkformen als zu der bekannten *D. Lommeli* der Wengener Schichten. Kittl selbst bemerkt, daß das Niveau beider arktischer Arten kaum jünger sein dürfte als Muschelkalk.[3]

Wir werden also die Daonellenschichten Spitzbergens mit E. v. Mojsisovics als ein homotaxes Äquivalent der anisischen Stufe anzusehen haben.

Die obere Trias ist in fossilführender Entwicklung auf der benachbarten Bäreninsel früher als auf Spitzbergen bekannt geworden. Joh. Boehm[4] hat die von J. G. Andersson im Nathorstitenschiefer und Myophoriensandstein des Urdberges, eines der Gipfel des Mount Misery, gesammelten Fossilien monographisch bearbeitet und als der karnischen Stufe zugehörig erkannt. Die Mächtigkeit der versteinerungsreichen Schichtgruppe beträgt etwas über 60 *m*. Die liegenden Tonschiefer und die hangenden Sandsteine enthalten nicht genau die gleiche Fauna, aber die für ein karnisches Alter beweisenden

---

[1] Das Vorkommen von *Gymnotoceras* im indischen Muschelkalk ist noch zweifelhaft.

[2] Nach Oeberg stammt dieser Ammonit aus dem oberen der beiden triadischen Cephalopodenniveaus am Eisfjord, mithin wohl nicht aus den Posidonomyenschichten, wie E. v. Mojsisovics angibt (vgl. Stolley, l. c. p. 124).

[3] E. Kittl: Materialien zu einer Monographie der *Halobiidae* und *Monotidae* der Trias. Sep. Abdr. aus »Resultate der wissenschaftl. Erforschung des Balatonsees« I/1, Paläontol. Bd. II. Budapest, 1913, p. 66.

[4] J. Boehm: Über die obertriadische Fauna der Bäreninsel. Kgl. Svenska Vet. Akad. Handl. XXXVII, No. 3, Stockholm, 1903.

Ammoniten[1] (*Clionites Barrentsi, Cl. Johannis Boehmi*[2]) finden sich schon in dem unteren Tonschieferhorizont.

Unter den von J. Boehm beschriebenen 62 spezifisch bestimmten Arten von Ammoniten (8), Bivalven (44), Gastropoden (5) und Brachiopoden (5) tritt keine einzige außerhalb des Borealen Reiches auf. Durch größere Häufigkeit sind nur die Vertreter der Ammonitengenera *Nathorstites* J. Boehm und *Dawsonites* J. Boehm, ferner *Daonella Loveni*, zwei Arten der Gattungen *Gryphaea* und *Myophoria*, *Pleurophorus Anderssonni*, *Sisenna Conventzi*, *Spiriferina Lindstroemi* und *Terebratula teres* ausgezeichnet.

Diese karnische Fauna der Bäreninsel hat sich auch auf Spitzbergen in den Sandsteinen mit *Nathorstites*, *Lingula polaris* Lundgr. und *Halobia Zitteli* gefunden. P. v. Wittenburg[3] macht nicht weniger als 21 Arten aus dem Myophoriensandstein des Urdberges namhaft, die in den Nathorstitenschichten Spitzbergens wiederkehren, darunter so häufige Leitfossilien wie *Nathorstites lenticularis* Whiteaves,[4] *Daonella Loveni*, *Pleurophorus Anderssoni*, die beiden Myophorien und *Spiriferina Lindstroemi*. Ein charakteristisches Fossil dieser Stufe in Spitzbergen ist die durch ihre weite horizontale Verbreitung bemerkenswerte *Halobia Zitteli* Lindstr. Von Ammoniten ist neben zahlreichen Arten der Gattung *Nathorstites* auch *Protrachyceras Sverdrupi* Kittl zu erwähnen.[5]

Ladinische Faunen kennen wir von Spitzbergen bis heute noch nicht. Wenn man das tiefste Niveau in den Profilen am Eisfjord, in dem nach Stolley's Mitteilungen flache Nathorstiten auftreten, bereits der karnischen Stufe zurechnet — und für eine andere Parallelisierung liegen vorläufig keinerlei paläontologische Anhaltspunkte vor — so bleibt für eine Vertretung der ladinischen Stufe nur eine sehr geringmächtige Zone über den durch ihre Fauna als anisisch gekennzeichneten Daonellenschichten übrig. Überraschen kann eine solche bis zum vollständigen Verschwinden gesteigerte Reduktion der ladinischen Stufe in sonst normalen Triasprofilen nicht. Unter allen Triasstufen zeigt keine andere einen ähnlich auffallenden Wechsel in ihrer Entwicklung und Mächtigkeit. In den Nordalpen und im Himalaya sehen wir sie bisweilen so sehr verkümmert, daß der Nachweis ihrer Vertretung Jahrzehnte hindurch fortgesetzter, mühevoller Detailuntersuchungen bedurfte. In der West Humboldt Range (Nevada) ist sie wohl faunistisch angedeutet, aber stratigraphisch von der anisischen Stufe nicht zu trennen. Es muß aber auch die Möglichkeit einer stratigraphischen Lücke zwischen der anisischen und karnischen Stufe in Spitzbergen ins Auge gefaßt werden, da, wie noch gezeigt werden soll, die karnische Stufe in einem sehr ausgedehnten Teil des Borealen Reiches (Ellesmereland, Neusibirische Inselgruppe, Unterlauf der Jana, Alaska) mit einer großen triadischen Meerestransgression zusammenfällt.

Ein norisches Niveau wird in den Profilen des Eisfjords durch eine dünne Kalklage in den obertriadischen Sandsteinen mit *Pseudomonotis spitzbergensis* Boehm, *Halobia* cf. *Neumayri* Bittn. und *Spiriferina Lundgreni* Boehm repräsentiert. Dazu kommt am Bellsund neben zwei neuen Pectenarten höchst wahrscheinlich noch die für die ganze arktisch-spezifische Obertrias so charakteristische *Pseudomonotis ochotica* Keyserl.

---

[1] Die Gattung *Clionites* ist nur aus karnischen und norischen Schichten bekannt. *Clioniles*(?) *evolutus* Kittl (Triasbildungen der nordöstl. Dobrudscha. Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. LXXXI, 1908, p. 493, Taf. I, Fig. 17, 18) gehört wohl zu *Protrachyceras* Mojs. Vgl. G. v. Arthaber: Die Trias von Bithynien. Beitr. z. Paläont. u. Geol. Österr.-Ung. XXVII., 1914, p. 135.

[2] Ich schlage diesen Namen für *Cl. spinosus* J. Boehm (l. c. p. 56, Taf. VI, Fig. 19, 20) vor, da der letztere Name bereits seit 1896 für eine norische Art aus dem Haloritenkalk des Himalaya vergriffen ist (vgl. E. v. Mojsisovics: Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya. Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. LXIII, 1896, p. 628).

[3] P. v. Wittenburg: Über einige Triasfossilien von Spitzbergen, l. c. p. 32 ff.

[4] Vgl. E. Stolley, l. c. p. 118. J. Boehm's Identifizierung seiner Arten mit *Nathorstites McConnelli* und *N. lenticularis* Whiteaves halte ich gleichwohl für richtig.

[5] P. v. Wittenburg, l. c. p. 34.

Den Abschluß der marinen Triasserie in Spitzbergen bezeichnet ein rhätisches Pflanzenlager. Eine negative Schwankung der Strandlinie wird bereits früher durch die Einschaltung eines pflanzenführenden Niveaus in den karnischen Sandsteinen am Eisfjord angedeutet.

Außerhalb Spitzbergens kennen wir im ganzen Zirkumpolargebiet der nördlichen Hemisphäre an keinem Orte eine auch nur einigermaßen vollständige Entwicklung der marinen Trias.

Die Verbreitung der skythischen und anisischen Stufe ist im Bereich des Arktischen Meeres außerhalb Spitzbergens auf das nördlichste Sibirien beschränkt. Hier bergen die Olenek Schichten die reichste Fauna der sibirischen Trias.

Aus Kalksandsteinen in schwarzen Schiefern an der Mündung des Olenek in das Nördliche Eismeer sind Triasfossilien zuerst von Th. v. Middendorff im Jahre 1844 nach Europa gebracht und von Graf Keyserling[1] als solche erkannt worden. Die Expeditionen von Czekanowski (1873 bis 1875) und von Baron E. Toll und A. Bunge (1885/86) haben uns später mit einem reichen Fossilmaterial aus den Olenek Schichten vertraut gemacht. E. v. Mojsisovics[2] hat im ganzen 40 Cephalopodenarten aus denselben beschrieben, aber der Charakter der Olenekfauna weicht so sehr von jenem anderer skythischer und anisischer Faunen ab, daß eine gesicherte Altersbestimmung auf Schwierigkeiten stieß.

E. v. Mojsisovics trat für eine Parallelisierung der Olenek Schichten mit der oberen Abteilung der skythischen Stufe, den alpinen Campiler Schichten, ein, wobei er sich allerdings lediglich auf ein Abwägen der Verwandtschaftsverhältnisse stützen konnte. E. v. Mojsisovics, W. Waagen und C. Diener[3] betrachteten in ihrem Entwurf einer Triasnomenklatur die Olenekfauna geradezu als Typus für eine Vertretung der Oberabteilung der skythischen Serie und brachten demgemäß für diese den Namen »Jakutische Stufe« in Vorschlag. Dagegen hat F. Noetling[4] die Olenek Schichten als dem unteren Muschelkalk des Himalaya gleichwertig erklärt. Frech[5] hat eine Entscheidung dieser kontroversen Frage mit Rücksicht auf das Zusammenvorkommen der skythischen Meekoceraten mit den angeblich anisischen Keyserlingiten abgelehnt. Ich selbst habe die Olenek Schichten den Hedenstroemia Schichten des Himalaya, beziehungsweise in Übereinstimmung mit E. v. Mojsisovics, der oberen Abteilung der skythischen Stufe gleichgestellt.[6]

Die von E. v. Mojsisovics publizierte Faunenliste bedarf nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis der untertriadischen Ammoniten Ostindiens und Nordamerikas einiger wesentlicher Richtigstellungen. Sie umfaßt — mit Einschluß der spezifisch nicht sicher bestimmbaren Formen — die folgenden Cephalopodenarten:

Dinarites levis Mojs.
Olenekites altus Mojs.
» *densiplicatus* Mojs.
» *glacialis* Mojs.
» *intermedius* Mojs.
» *spiniplicatus* Mojs.
» nov. sp. ind. aff. *spiniplicato* Mojs.
Olenekites Tolli Mojs.
» *volutus* Mojs.
» (an *Philippites*?) *sigmatoideus* Mojs.
Keyserlingites subrobustus Mojs.
» *Middendorffi* Keyserl.
» sp. ind. aff. *Middendorffi* (Keys.) Mojs.

---

[1] Graf Keyserling: Beschreibung einiger von Th. v. Middendorff mitgebrachten Ceratiten des arktischen Sibiriens. Bull. Acad. Imp. d. sciences de St. Pétersbourg, T. V, No. 11, 1845 (wiederabgedruckt in Th. v. Middendorff's »Sibirische Reise« Bd. I).

[2] E. v. Mojsosovics: Arktische Triasfaunen. Mém. Acad. Imp. sciences St. Pétersbourg, VII. ser. T. XXXIII, No. 6, 1886 und »Über einige Triasammoniten des nördlichen Sibiriens«. Ibidem, T. XXXVI, No. 5, 1888, p. 1—13.

[3] E. v. Mojsisovics, W. Waagen und C. Diener: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Triassystems. Sitzungsber. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. CIV, 1895, p. 1271.

[4] F. Noetling: Asiatische Trias. In Lethaea mesoz. I/2, 1905, p. 200.

[5] F. Frech: Lethaea mesoz. I/2, Asiatische Trias, 1905, p. 220, Anmerkg.

[6] C. Diener: Das Alter der Olenekschichten Sibiriens. Centralblatt f. Mineral. etc. 1908, p. 233.

Keyserlingites Nikitini Mojs.
» *Schrenki* Mojs.
» sp. ind.
Czekanowskites decipiens Mojs.
» *Inostranzeffi* Mojs.
Xenodiscus discretus Mojs.
» *hyperboraeus* Mojs.
» *multiplicatus* Mojs.
» *fissiplicatus* Mojs.
Sibirites Eichwaldi Keyserl.
» *pretiosus* Mojs.
» sp. ind.
Hedenstroemia Mojsisovicsi Dien.
Meekoceras euomphalum Keyserl.
» *Keyserlingi* Mojs.
» *rotundatum* Mojs.
» sp. ind.
» (*Gyronites*) *Schmidti* Mojs.
» » *Mojsisovicsi* Waag.
» » *Karpinskyi* Mojs.
» (*Koninckites*) *sibiricum* Mojs.
Goniodiscus dentosus Mojs.
Prosphingites Czekanowskii Mojs.
Parapopanoceras(?) sp. ind.
Monophyllites an *Columbites*(?) sp. ind.
Mojsvaroceras subaratum Keyserl.
Atractites sp. ind.

Für die Olenekfauna sind drei Gruppen trachyostraker Ammoniten charakteristisch, die keinerlei verwandtschaftliche Beziehungen zu Gattungen des subtropisch-äquatorialen Gürtels erkennen lassen: die Gruppe der *Dinarites circumplicati* Mojs. (*Olenekites* Hyatt), der *Ceratites subrobusti* Mojs. (*Keyserlingites* Hyatt, *Robustites* Philippi) und des *Ceratites decipiens* Mojs., für die ich, der Notwendigkeit, die zu weit gefaßte Gattung *Ceratites* in einzelne Genera beziehungsweise Subgenera aufzulösen, Rechnung tragend, die Bezeichnung *Czekanowskites* in Vorschlag bringe.

Olenekites,[1] bei weitem das häufigste Leitfossil der Olenekfauna, steht den untertriadischen Dinariten des Mediterranen Reiches, wie E. v. Mojsisovics gezeigt hat, fremdartig gegenüber. Vielleicht könnte *Dinarites dimorphus* Waagen aus dem oberen Ceratitenkalk der Salt Range dieser Gattung angehören.[2] Sonst läßt sich auch aus dem Himamalayischen Reich keine annähernd ähnliche Form namhaft machen. Ebenso sind *Czekanowskites* und *Keyserlingites* auf die Olenekfauna beschränkt, woferne man nicht den in seiner systematischen Stellung unsicheren *Ceratites Vega* Oeberg aus dem unteren Muschelkalk Spitzbergens in Übereinstimmung mit E. v. Mojsisovics dem letzteren Genus zuteilen will. Die der Gattung *Keyserlingites* im altersreifen Zustand zum verwechseln ähnlichen Formen aus dem unteren Muschelkalk des Himalaya müssen, wie ich an anderer Stelle ausführlich begründet habe, mit Rücksicht auf ihre durchaus abweichende ontogenetische Entwicklung von *Keyserlingites* getrennt gehalten werden.[3] Die indische Formengruppe der *Ceratites subrobusti* (*Durgaites* Dien.) ist für das Himamalayische Reich ebenso bezeichnend wie die sibirische (*Keyserligites* Hyatt) für das Boreale.

Für eine Ermittlung der Altersstellung der Olenekfauna und deren Beziehungen zu den Cephalopodenfaunen der Nachbargebiete sind wir auf die übrigen Ammonitenarten angewiesen, unter denen *Sibirites Eichwaldi, Gyronites Schmidti* und *Meekoceras sibiricum* an Häufigkeit unmittelbar hinter *Olenekites spiniplicatus* rangieren. Verwandte des *Sibirites Eichwaldi* kennen wir sowohl aus der skythischen als der anisischen Stufe Ostindiens, dagegen sind *Xenodiscus*, *Meekoceras* mit seinen beiden Untergattungen *Koninckites* und *Gyronites*, *Goniodiscus* und *Prosphingites* sämtlich Genera, die nicht über die Oberkante der skythischen Stufe hinausgehen. Endlich ist *Hedenstroemia Mojsisovicsi* direkt identisch mit einer Leitform der oberen Untertrias des Himalaya.

---

[1] Zu *Olenekites* darf vielleicht auch *Ceratites sigmaloideus* v. Mojsisovics (Arktische Triasfaunen, p. 24, Taf. II, Fig. 10) gerechnet werden, der sich von den *Dinarites spiniplicati* nur durch die Verschiebung des zweiten Laterallobus in die Flankenregion außerhalb der Umbilikalknoten unterscheidet, ein Merkmal, dem wohl kaum eine generische Bedeutung beigemessen werden kann. Allerdings könnte auch an Beziehungen dieser Art zu *Philippites* Dien. gedacht werden.

[2] Vgl. W. Waagen, Salt Range Fossils, Palaeont. Ind. ser. XIII. Vol. II. Ceratite Formation, 1895, p. 25.

[3] C. Diener: Über einige Konvergenzerscheinungen bei triadischen Ammoneen. Sitzungsber. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. XCIV, 1905, p. 681. — Entwurf einer Systematik der Ceratitiden des Muschelkalkes. Ibidem, p. 787. — Himalayan Foss. Palaeont. Ind. ser. XV. Vol. V, Pt. 2, 1907. The Fauna of the Himalayan Muschelkalk, p. 74.

Den faunistischen Merkmalen der Olenek Schichten dürfte demgemäß eine Einreihung der letzteren in die obere Abteilung der skythischen Stufe als homotaxes Element der Hedenstroemia beds des Himalaya, vielleicht auch der Columbites beds von Idaho im Sinne von J. P. Smith, am besten entsprechen.

Die Transgression der Olenek Schichten greift auch auf die Hauptinsel Kotelny des Neusibirischen Archipels über, wie der Fund von *Hedenstroemia Hedenstroemi* Keyserling (l. c. p. 7, Pl. II, Fig. 5—7) beweist, über den zuerst Eichwald im Jahre 1847 berichtet hat.[1]

Eine etwas jüngere Schichtgruppe scheint am unteren Olenek durch die Fauna von Karangati und der Magyl Schichten im Janaland angedeutet. E. v. Mojsisovics stellt die Fauna der Magyl Schichten in die anisische Stufe. Diese ärmliche Fauna enthält in *Beyrichites affinis* Mojs. eine mit dem Muschelkalk des Himalaya gemeinsame Art. Neben *Czekanowskites* tritt hier die aus dem Muschelkalk von Spitzbergen bekannte Arcestidengattung *Parapopanoceras* Haug. häufig auf, jedoch in Arten, die nicht mit jenen Spitzbergens und Californiens übereinstimmen.

Es bedarf kaum einer näheren Begründung, wenn wir die oberskythischen und anisischen Faunen Nordsibiriens und Spitzbergens als Elemente eines besonderen zoogeographischen Reiches bezeichnen. *Sibyllonautilus, Czekanowskites, Olenekites, Arctoceras, Keyserlingites, Tellerites, Parapopanoceras* haben ihren ausschließlichen oder Hauptsitz im Borealen Reiche. Die Scheidung der Cephalopodenfaunen des polaren und subtropischen Gebietes ist sogar eine schärfere als zu irgend einer Zeit des Oberjura. Die Meekoceraten, die Sektion der *Ptychites rugiferi* und *Gymnotoceras* sind die einzigen Ammonitengruppen, die im Borealen Reiche einerseits, im Himamalayischen, beziehungsweise im Andinen Reiche anderseits in ungefähr gleicher relativer Stärke auftreten. Ihr eigentlicher Entwicklungssitz ist jedoch unzweifelhaft das indische und zirkumpazifische Triasgebiet. Von diesem aus sind sie zusammen mit *Sibirites, Hedenstroemia, Xenodiscus* und *Prosphingites* als Gäste in das Boreale Reich eingedrungen.

Die offene Meeresverbindung des Borealen Reiches muß offenbar im Südosten gegen das Pazifische Weltmeer gesucht werden, nicht in der Richtung gegen den westlichen, mediterranen Abschnitt der Tethys. *Sibirites, Xenodiscus, Prosphingites* sind im Mediterranen Faunenreich nur sehr spärlich, *Gyronites, Gymnotoceras, Goniodiscus, Parapopanoceras* gar nicht vertreten.

Noetling hat auf die faunistischen Unterschiede zwischen den skythisch-anisischen Triasablagerungen Nordsibiriens und Spitzbergens großes Gewicht gelegt. Indem er auf die Tatsache hinwies, daß keine einzige Art den beiden, fast 3000 *km* voneinander entfernten Regionen gemeinsam sei, verwarf er die Annahme einer einheitlichen Arktisch-Pazifischen Triasprovinz durch E. v. Mojsisovics. »Unmöglich« — meint er — »kann ein Zusammenhang der sibirischen Region mit jener der Trias von Spitzbergen bestanden haben, denn beide waren durch einen weiten Kontinent getrennt.« Er stellt dementsprechend die Triasablagerungen Spitzbergens und Nordsibiriens einander als provinziell scharf gesondert gegenüber und vereinigt das Triasgebiet am Olenek und an der Jana mit jenem Japans und der Ussuribucht zu einer Japano-Sibirischen Provinz.[2]

Ich werde später Gelegenheit haben zu zeigen, daß die japanische Mitteltrias die nächsten Beziehungen zu jener des Himamalayischen Reiches zeigt und höchstens als eine besondere Subregion des letzteren angesehen werden kann, so daß eine Vereinigung mit der Triasregion am Olenek durchaus unzulässig erscheint. Es kann aber auch von einer vollständigen Abschließung des spitzbergischen gegen das sibirische Triasmeer nicht die Rede sein. Das Vorkommen von *Gymnotoceras* und *Parapopanoceras* weist mit aller Bestimmtheit auf eine Verbindung mit der andinen Region hin, die doch wohl nur über den Pazifischen Ozean erfolgt sein kann, da im Bereich des kanadischen Schildes marine Ablagerungen der Untertrias gänzlich fehlen und erst zur Zeit der karnischen Stufe eine beschränkte Triastransgression in Ellesmereland einsetzt. Die Meeresverbindung, die während der permischen Periode zwischen der Tethys und dem arktischen Gebiet von Nowaja Semlja und Spitz-

---

[1] Bull. Acad. d. sciences St. Pétersbourg, IX, p. 113.

[2] F. Noetling: Asiatische Trias, Lethaea mesoz. I/2, 1905, p. 203.

bergen dem Westabhang des Ural entlang bestand, war wohl schon zur Zeit der Untertrias unterbrochen. Die Einwanderung der *Ptychites rugiferi* nach Spitzbergen muß also ebenso wie jene von *Hedenstroemia Mojsisovicsi* in die Olenekfauna und von *Beyrichites affinis* in jene der Magyl Schichten aus dem Himalayagebiet über den Pazifischen Ozean, nicht aus der alpinen Region, stattgefunden haben.

Anderseits wird man im Sinne Noetling's das Verhältnis der Triasbildungen Spitzbergens zu jenen Nordsibiriens vielleicht etwas anders werten als E. v. Mojsisovics und die Möglichkeit der Abtrennung einer Spitzbergischen von einer Nordsibirischen Triasprovinz innerhalb der höheren Einheit des Borealen Reiches für die untere und mittlere Trias ins Auge fassen müssen. Dabei wird allerdings zu erwägen sein, wie viel von den Unterschieden zwischen beiden Faunen mehr auf Altersverschiedenheiten als auf provinzielle, durch die räumliche Entfernung bedingte Sonderung zurückzuführen sein mag.

Der Höhepunkt einer solchen Sonderung in die beiden Lokalfaunen der Spitzbergischen und Nordsibirischen Triasprovinz ist jedenfalls zur Zeit der oberen skythischen und der anisischen Stufe bereits erreicht gewesen. Die karnische Transgression bringt ein erheblich gleichartigeres Tierleben über die weite Meeresfläche des zirkumpolaren Gebietes.

Mit den gleichen Merkmalen wie auf der Bäreninsel und in Spitzbergen treten karnische Ablagerungen zu beiden Seiten des Heurekasundes in Ellesmereland, am Mittellaufe des Flusses Dulgolach oberhalb Werchojanssk, auf der Neusibirischen Insel Kotelny und in Alaska auf. Ihr wichtigstes von Ellesmereland bis Werchojanssk allgemein verbreitetes Leitfossil ist *Halobia Zitteli* Lindstr. aus der Verwandtschaft der alpinen *Halobia fallax* Mojs. und der indischen *H. fascigera* Bittn.[1]

Die Fauna vom Heurekasund hat E. Kittl[2] nach den Aufsammlungen des Mitgliedes der zweiten Norwegischen Polarexpedition (1898—1902) P. Schei monographisch bearbeitet. Sie enthält dreißig Arten wirbelloser Tiere, unter denen etwa zwölf mit solchen aus den Nathorstitenschichten der Bäreninsel und Spitzbergens übereinstimmen. Sehr dürftig ist die Ammonitenfauna. Sie beschränkt sich auf je eine spezifisch nicht bestimmbare Form von *Trachyceras* und *Anolcites* und auf *Protrachyceras Sverdrupi* Kittl, das P. v. Wittenburg[3] auch in Tschernyschew's Fossilmaterial von der Westküste Spitzbergens am Storfjord gefunden hat.

Ein Vorkommen karnischer Schichten auf dem sibirischen Festland hat uns P. v. Wittenburg[4] von Balanach-ary am Flusse Dulgolach oberhalb Werchojanssk kennen gelehrt. Aus schwarzen Schiefern haben Baron E. Toll und A. Bunge von dieser Lokalität im Jahre 1886 eine kleine Fauna nach St. Petersburg gebracht, die von jener mit *Pseudomonotis ochotica* Keyserl. verschieden ist und neben einigen indifferenten, vertikal weit verbreiteten Bivalven mit andinen Verwandtschaftsverhältnissen das Leitfossil der karnischen Stufe des Borealen Reiches, *Halobia Zitteli*, geliefert hat.

Das größte Interesse unter den karnischen Ablagerungen des hohen Nordens jedoch verdienen jene von der Insel Kotelny des Neusibirischen Archipels.

Baron E. v. Toll und K. A. Wollossowitsch haben auf der russischen Polarexpedition des Jahres 1901, die für ihren Leiter auf der Bennettinsel ein so trauriges Ende nahm, am Oberlauf des Flusses Balyk-tasch ein reiches Material an Fossilien der marinen Trias gesammelt, das mir von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg zur Bearbeitung übergeben wurde. Da die Veröffentlichung des der Akademie im Juni 1914 zur Drucklegung übermittelten Manuskriptes sich

---

[1] *Halobia Zitteli* findet sich nach Kittl (Triasfoss. vom Heurekasund, l. c. p. 20) auch in den Myophorienschichten der Bäreninsel.

[2] E. Kittl: Die Triasfossilien vom Heurekasund. Report of the Second Norwegian Arctic Expedition in the Fram, 1898—1902, No. 7. Kristiania. 1907.

[3] P. v. Wittenburg: Über einige Triasfossilien von Spitzbergen, l. c. p. 34.

[4] P. v. Wittenburg: Über Triasfossilien vom Flusse Dulgolach. Travaux du Musée géol. Pierre le Grand près l'Academie Imp. d. sciences St. Pétersbourg, T. IV, 1910, p. 63.

wohl noch geraume Zeit hinausschieben dürfte, mag eine etwas ausführlichere Besprechung der Ergebnisse meiner Untersuchungen an dieser Stelle gerechtfertigt erscheinen.

Auf der Insel Kotelny sind mindestens drei fossilführende Triashorizonte zu unterscheiden: ein skythischer vom Alter der Olenek Schichten mit *Hedenstroemia Hedenstroemi* Keyserl., ein karnischer (Profile am Balyk-tasch und Rischetnikow), und ein norischer mit *Pseudomonotis ochotica* (Bärenkap). Die karnischen Versteinerungen liegen teils in dunklen Kalktonbänken, teils in Konkretionen aus bituminösen, stark pyritisierten Mergelkalken. Zusammen mit den marinen Versteinerungen finden sich auch Pflanzenabdrücke, die A. G. Nathorst zu *Schizoneura* stellt. Die Hauptmasse der Meeresfossilien sind Pelecypoden, unter denen ich *Daonella Frami* Kittl und *Halobia Zitteli* bestimmen konnte, die beide auch aus der Obertrias Spitzbergens und der Bäreninsel bekannt sind. Neben den Bivalven findet sich in großer Häufigkeit eine neue *Rhynchonella* (*Rh. Wollossowitschii*) von sehr indifferentem Habitus, wahrscheinlich aus der Verwandtschaft der *Rhynchonella trinodosi* Bittn. und — durchwegs als Seltenheiten — acht Spezies von Ammoniten, nämlich:

Nathorstites cf. *lenticularis* Whiteaves.
Clionites nov. sp. ind.
Anatomites sp. ind.
Pinaceras regiforme nov. sp.
Placites sp. ind. aff. *Oldhami* Mojs.
Arcestes sp. ind.
Proarcestes sp. ind. cf. *Gaytani* Klipst.
Cladiscites Tolli nov. sp.

Unter allen diesen Gattungen ist *Nathorstites* die einzige, deren Vertretung sich nach unseren heutigen Erfahrungen auf das Boreale Reich beschränkt. Die übrigen weisen auf die Tethys hin. Die Besiedelung des Polarmeeres in der Umgebung der Neusibirischen Inseln muß aus dem himalayischen Faunenbezirk durch den Pazifischen Ozean stattgefunden haben. Die Gemeinsamkeit einzelner Formenkreise, wie des *Placites Oldhami* und *Proarcestes Gaytani,* der Gruppen des *Pinacoceras rex* Mojs. und des *Cladiscites tornatus* Bronn, die dem Andinen Reich fremd sind — das Fehlen des Genus *Pinacoceras* und der Familie der *Cladiscitidae* in der Trias Nordamerikas gehören zu den bezeichnendsten negativen faunistischen Merkmalen der letzteren — zeigt, daß die Einwanderung dieser äquatorialen Gäste in das Polargebiet den Weg entlang der Westküste des Pazifischen Weltmeeres der mesozoischen Ära genommen hat. Diese Einwanderung, die sich offenbar im Zusammenhang mit der karnischen Transgression vollzog, war so stark, daß sie das Bild einer eigenartigen Ammonitenfauna, wie es zum Beispiel jene vom Olenek zeigt, ohne den borealen Einschlag, den das Vorkommen von *Nathorstites* bringt, gänzlich zu verwischen geeignet wäre.[1]

Die deutlich ausgesprochene Differenzierung einer borealen und einer äquatorial-subtropischen Marinfauna zur Zeit der unteren und mittleren Trias scheint demnach in der karnischen Epoche der Entwicklung einer allgemeiner verbreiteten und gleichartigen Weltfauna Platz zu machen, wie sie Heilprin, Ortmann und Pfeffer für die mesozoische Ära überhaupt — mindestens bis zum Beginn der Oberkreide — annehmen.

In der norischen Stufe wird eine solche universelle Fauna bisher nur durch die außerordentlich weite Verbreitung gewisser Aviculiden, der Gruppe der *Pseudomonotis ochotica* Keyserl., im ganzen Umkreis des Pazifischen Ozeans und in der arktischen Region angedeutet. Im Borealen Reich kennt man die Schichten mit *Pseudomonotis ochotica,* deren norisches Alter in Californien und Japan profilmäßig sichergestellt werden konnte, von zahlreichen Punkten in Alaska, von der Mamgabucht am

[1] Falls sich die Identifizierung einer der obertriadischen Halobien Neu-Caledoniens mit *Halobia Zitteli* durch Piroutet (Bull. Soc. géol. de France, 4. sér. T. VIII. 1908, p. 326) als richtig erweisen sollte, so wäre auch diese Art den fast universell verbreiteten Triasbivalven der karnischen Epoche zuzuzählen.

Ochotskischen Meer, von Werchojanssk in Nordsibirien am Zusammenfluß des Dulgolach und der Jana bis zur Kolyma, von der Insel Kotelny und aus Spitzbergen. Cephalopoden sind in diesem Horizont innerhalb des borealen Gürtels bisher an keiner Stelle mit Sicherheit nachgewiesen worden, wofern nicht etwa der eine oder andere Ammonitenfund in der Obertrias von Alaska bereits der norischen Stufe angehören sollte.[1]

Auf der Halbinsel Alaska haben innerhalb des letzten Jahrzehnts die Untersuchungen amerikanischer Expeditionen eine über alles Erwarten mächtige Entwicklung der Obertrias kennen gelehrt. Im Nizima-Distrikt liegen über dem in einzelnen Profilen 3000 Fuß mächtigen Chitistone Kalk die 1500 Fuß mächtigen Mc. Carthy-Schiefer, die *Pseudomonotis subcircularis* Gabb, die wichtigste unter den zahlreichen Varietäten der *P. ochotica*, in großer Menge enthalten. Aus dem Chitistone Kalk hat T. W. Stanton eine kleine Anzahl von Cephalopoden bestimmt. Er nennt unter anderen *Arcestes*, *Juvavites*, *Tropites*, auch *Orthoceras*, versieht jedoch fast sämtliche generische Bestimmungen mit einem Fragezeichen, was auf die unzureichende Art der Erhaltung des fossilen Materials schließen läßt. Auch *Pseudomonotis subcircularis* wird aus den höheren Abteilungen des Chitistone Kalkes, *Halobia* cf. *superba* Mojs. hingegen aus einem tieferen Horizont des riesigen Kalksteinkomplexes zitiert.[2]

Eine ganz ähnliche Entwicklung der oberen Trias haben F. H. Moffit und A. G. Madsen[3] in der Kotsina-Chitina-Region der Halbinsel, G. C. Martin und E. I. Katz[4] im Iliamna-Distrikt angetroffen. Auch noch in dem letzteren trennt sich eine hangende Schieferformation mit *Pseudomonotis subcircularis*, der an vulkanischem Material sehr reiche Kamishak chert, von einem tieferen, ebenfalls überwiegend in Schieferfazies ausgebildeten Gesteinskomplex, der sich indessen durch das häufige Auftreten von Kalkeinlagerungen charakterisiert.

Die Kalke am Iliamna See sind durch ihren Reichtum an riffbauenden Korallen bemerkenswert, die zur norischen Korallenfauna der Zlambachschichten auf der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut die nächste Verwandtschaft bekunden, aber auch im andinen Faunengebiet Nordamerikas, in Californien und Nevada auftreten. J. P. Smith[5] führt die folgenden mit der Zlambachfauna gemeinsamen Arten an:

Thecosmilia cf. *fenestrata* Reuss.
Isastraea cf. *profunda* Reuss.
Phyllocoenia cf. *incrassata* Frech.
» cf. *decussata* Reuss.
Stylophyllopsis cf. *Mojsvari* Frech.
» cf. *Zitteli* Frech.
Astrocoenia cf. *Waltheri* Frech.

Unter diesen sieben Arten sind vier auch in den obertriadischen Kalken Californiens und Nevadas heimisch.

Auch auf der Kenaihalbinsel ist marine Obertrias mit *Halobia* cf. *superba* und *Pseudomonotis subcircularis* durch U. S. Grant und D. F. Higgins[6] nachgewiesen worden. Eine sehr eigenartige

---

[1] Die Hauptquelle unserer Kenntnis der Schichten mit *Pseudomonotis ochotica* ist Teller's Monographie der Pelecypodenfauna von Werchojanssk in E. v. Mojsisovics, »Arktische Triasfaunen«, Mém. Acad. Imp. d. sciences, St. Pétersbourg, VII. sér T. XXXIII, No. 6, 1886.

[2] F. H. Moffit and S. R. Capps: The geology and mineral resources of the Nizima district, Alaska. Bull. U. S. Geol. Surv. No. 448, Washington, 1911, p. 24.

[3] F. H. Moffit and A. G. Madsen: Mineral resources of the Kotsina-Chitina-region, Alaska. Bull. U. S. Geol. Surv. No. 374, Washington, 1909, p. 24.

[4] G. C. Martin and E. I. Katz: A geological reconnoissance of the Iliamna region, Alaska. Bull. U. S. Geol. Surv. No. 485, Washington, 1912, p. 40.

[5] Vgl. die vorher zitierte Arbeit, ferner: J. P. Smith: Occurrence of Coral reefs in the Triassic of North America. Amer. Journal of Science, XXXIII. 1912, p. 92—96.

[6] O. S. Grant and D. F. Higgins: Preliminary Report on the Mineral resources of the Southern part of Kenai Peninsula Bull. U. S. Geol. Surv. No. 442, Washington, 1910, p. 167.

Triasentwicklung hat endlich W. W. Atwood[1] von der Hamilton Bai an der Nordwestküste der Kuprianowinsel beschrieben. Hier liegen eingeklemmt in Synklinalen des Grundgebirges und dadurch vor der Abtragung bewahrt Reste paläozoischer und mesozoischer Gesteine in sehr steiler Schichtstellung. Der marinen Trias gehören grobe Konglomerate von zirka 200 Fuß Mächtigkeit an. In einem dieser Konglomerate bestimmte T. W. Stanton *Pseudomonotis subcircularis,* in einem zweiten das Fragment eines zweifelhaften *Trachyceras,* in einem dritten *Halobia* cf. *superba.*

In den Triasprofilen Californiens bezeichnen *Halobia superba* Mojs. und *Pseudomonotis subcircularis* Gabb zwei scharf getrennte Niveaus, die erste ein karnisches, die zweite ein norisches.[2] Die Verteilung dieser beiden, als Leitfossilien in der nordamerikanischen Obertrias bedeutsamen Bivalven auf zwei verschiedene stratigraphische Horizonte erscheint auch in Alaska angedeutet. In der hangenden Schieferformation (Mc. Carthy shales, Kamishak chert) ist nur *P. subcircularis* gefunden worden. *Halobia superba* erscheint in den Kalken an der Basis des typischen Kamishak chert und in der tieferen Abteilung des Chitistone Kalkes, dessen höhere Lagen die *Pseudomonotis* führen. In den Profilen von Port Graham und an der Kuprianowinsel ist der Nachweis der Möglichkeit einer Trennung beider Horizonte noch nicht mit Sicherheit zu erbringen.

Von Kap Nunakalchak am Eingang der Povaluk Bai, der einzigen Lokalität auf der Halbinsel, von der zur Zeit der Abfassung der Monographie Tellers über die Formengruppe der *P. ochotica* marine Triasfossilien vorlagen, ist bisher nur eine Vertretung der norischen Stufe in der Fazies der Pseudomonotis-Schiefer bekannt.[3]

Auch bei Kap Thompson, nahe der Nordwestecke des Territoriums Alaska, hat Kindle[4] *P. subcircularis* gesammelt. in Colier's Aufsammlungen bei Kap Lisburne an der Behringsstraße erkannte Stanton ebenfalls dieses bezeichnende Leitfossil der norischen Stufe aus der Gruppe der *Pseudomonotis ochotica.*[5]

Aus den Ergebnissen der neuesten geologischen Untersuchungen auf der Halbinsel Alaska geht jedenfalls hervor, daß triadische Meeresbildungen daselbst in größerer Mächtigkeit als in irgend einem anderen Teil des Borealen Reiches entwickelt sind, und daß auch hier eine große Transgression bereits zur Zeit der karnischen Stufe einsetzt.

Die Trias von Britisch-Columbia scheint sich an jene der Halbinsel Alaska nahe anzuschließen, doch ist über ihre Gliederung nur sehr wenig sicheres bekannt, da die Fossilarmut der mächtigen zur Trias gerechneten Kalk- und Eruptivmassen eine solche außerordentlich erschwert. Auch die Beziehungen zum Andinen und zum Borealen Reich lassen sich nur in den Hauptzügen feststellen.

Unter den von Dawson zur Trias gerechneten Bildungen in Britisch-Columbia nimmt die Nicolaformation des Kamloops-Distrikts durch ihre riesige Mächtigkeit (3000 bis 4500 *m*) die erste Stelle ein. Faunistisch ist sie jedoch bedeutungslos, da sie fast ausschließlich aus vulkanischen Gesteinen besteht und keinerlei bezeichnende Versteinerungen geliefert hat. Das Vorkommen fossilführender mariner Trias ist allerdings an zahlreichen Punkten auf dem Festland und den vorliegenden Inseln (Queen Charlotte Island, Vancouver) sichergestellt, gleichwohl sind wir in Bezug auf das Studium der Fauna über die

---

[1] W. W. Atwood: Some triassic fossils from Southeastern Alaska. Amer. Journal of Geology, XX, No. 7, 1912, 653—656.

[2] Vgl. insbes. J. P. Smith in Hyatt and Smith: Triassic Cephalopod genera of America. U. S. Geol. Surv. Profess. Pap., No. 40, Washington, 1905, p. 24 ff.

[3] P. Fischer: Roches du Cap Nunakalchak a l'entrée de la baie Povalouk. Comptes Rendus de l'Académie d. scienc. Paris, 23. dec. 1872, p. 1784. — Über Pseudomonotis aus Alaska vgl. F. Frech, Lethaea mes. I/4, 1908, Zirkumpazifische Trias, Taf. 68, fig. 3. und P. v. Wittenburg: Sur la forme caractéristique de Pseudomonotis du Trias supérieur du Caucase et d'Alaska. Bull. Acad. sci. St. Pétersbourg. 1913, p. 485.

[4] E. M. Kindle: The section at Cape Thompson, Alaska. Amer. Journal of Science, 4 th. ser. Vol. XXV. 1908, p. 126.

[5] Bailey Willis: Index to the stratigraphy of North America. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. 71, Washington, 1912, p. 545.

Pionierarbeit von J. F. Whiteaves[1] aus dem Jahre 1889 kaum hinausgekommen. Was ich selbst anläßlich meines kurzen Aufenthaltes in Britisch-Columbia im Herbst 1913 in Lokalsammlungen an Triasfossilien zu sehen Gelegenheit hatte, war so dürftig und von einem so indifferenten Habitus, daß ich von einer Verwertung derselben für die vorliegende Arbeit absehen mußte.

An der Zusammensetzung der von Whiteaves beschriebenen Fauna sind mindestens zwei altersverschiedene Elemente, solche der karnischen und norischen Stufe, beteiligt. Auf die letztere weist *Pseudomonotis subcircularis* Gabb. hin, die in den engeren Formenkreis der *P. ochotica* Keys. gehört und kaum als selbständige Spezies gelten kann. Die karnische Stufe ist am besten durch die Fossilfunde an einigen Lokalitäten am Liard river vertreten. Von hier stammen:

Spiriferina borealis Whiteaves.
Terebratula Liardensis Whiteaves.
Pseudomonotis ovalis Whiteaves.
Halobia occidentalis Whiteaves.
Daonella cf. *dubia* Gabb.?
Sibyllonautilus Liardensis Whiteaves.
Nathorstites Mc. Connelli Whiteaves.
» *lenticularis* Whiteaves.
Dawsonites canadensis Whiteaves.

Die Brachiopoden und Bivalven sind durchaus neue oder spezifisch unsichere Arten. Zu ihnen gesellt sich eine Muschel, in Bezug auf deren generische Bestimmung der Autor zwischen *Trigonodus* und *Nucula* schwankt, und eine Schneckenschale, die an *Worthenia Johannis Austriae* erinnert. Dagegen gehören die Cephalopoden ausnahmslos Gattungen an, die sonst nur im Bereiche des borealen Gürtels bekannt sind, und im andinen Gebiet Nordamerikas außerhalb Britisch-Columbiens fehlen. *Nathorstites* und *Dawsonites* haben ihre Hauptverbreitung in den karnischen Schichten der Bäreninsel. Die erstere Gattung findet sich überdies auch in den gleichaltrigen Bildungen Spitzbergens und der neusibirischen Insel Kotelny. *Sibyllonautilus* kommt außerhalb Britisch-Columbiens nur noch in den Daonellenkalken Spitzbergens vor.

Die Cephalopoden, die Whiteaves von den der Küste vorgelagerten Inseln namhaft macht, sind neue, selbst generisch ganz unsichere Formen, wie die Vertreter des Genus *Arniotites*, ferner *Acrochordiceras Carlottense, Badiotites Carlottensis, Arniotites* an *Celtites*(?) und *Aulacoceras Vancouverense.*[2] Frech[3] glaubt, auf ein anisisches oder untertriadisches Alter der diese Fossilien enthaltenden Schichten schließen zu dürfen, indessen meine ich, daß hier ebenso gut karnische Bildungen vorliegen könnten wie am Liard river. Die bisherigen Funde sind viel zu dürftig, um ein wohlbegründetes Urteil in dieser Richtung zuzulassen.

Die karnische Cephalopodenfauna vom Liard river trägt einen echt borealen Charakter. Wir ersehen daraus, daß im nordandinen Gebiet zur karnischen Zeit — geradeso, wie zur Zeit des Oberjura — boreale Typen weiter als irgend sonstwo auf der nördlichen Hemisphäre nach Süden reichten. Obwohl die vorhandenen spärlichen Formen noch keine ausreichende faunistische Charakterisierung der Trias von Britisch-Columbia vermitteln, so zeigen sie doch deren engeren Anschluß an das Boreale als an das Andine Reich.

Die Regression zur Zeit der rhätischen Stufe ist in keinem anderen Bezirk des Borealen Reiches mit Sicherheit nachweisbar als in Spitzbergen und Ostgrönland. Das Alter des Pflanzenlagers an der

---

[1] J. F. Whiteaves: On some fossils from the triassic rocks of Brit. Columbia. Contribut. Canadian Palaeontol. Vol. I. Ottawa, 1889, p. 127 ff.

[2] Vgl. E. v. Mojsisovics: Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya. Denkschr. kais. Akad. Wien. LXIII. 1896. p. 697 (p. 152 des englischen Textes). Die systematische Stellung von *Arniotites* Hyatt ist ganz unklar. *Acrochordiceras Carlottense* ist sicherlich aus dieser Gattung auszuschließen und könnte vielleicht zu *Juvavites* Mojs. gehören.

[3] F. Frech: Zirkumpazifische Trias, l. c. p. 490.

Bärenbucht im Heurekasund ist ganz unsicher, jenes des Pflanzenlagers und der Kohlenflöze auf der Insel Kotelny nach Nathorst's Untersuchungen oberjurassisch.[1]

Eine zusammenfassende Charakterisierung der Cephalopodenfaunen des Borealen Reiches läßt sich für die Trias in ebenso bestimmter Weise geben wie für den Oberjura. Ihren ausschließlichen Sitz im Borealen Reich haben unter den Nautiloideen: *Sibyllonautilus*, unter den Ammonoideen: *Arctoceras, Czekanowskites, Olenekites, Keyserlingites, Tellerites, Nathorstites* und *Dawsonites.* Auch *Parapopanoceras,* das in einer einzigen Art in Californien auftritt, hat seine eigentliche Heimat in Spitzbergen und Nordsibirien.

Als Gäste, jedoch mit durchwegs dem Borealen Reich eigentümlichen Arten erscheinen in diesem: *Gymnotoceras* (andin), *Cladiscites, Pinacoceras, Trachyceras, Dinarites* und *Syringonautilus* (sämtlich himamalayisch und mediterran), endlich *Goniodiscus* (himamalayisch). Von weltweit verbreiteten Gattungen treffen wir in der skythischen Stufe: *Hedenstroemia — H. Mojsisovicsi* Dien. ist die einzige den Hedenstroemia Schichten des Himalaya und der Olenekfauna gemeinsame Art — *Prosphingites, Meekoceras* (mit den Untergattungen *Koninckites* und *Gyronites*), *Xenodiscus, Sibirites* und *Mojsvaroceras*; in der anisischen Stufe: *Ptychites, Monophyllites, Beyrichites — B. affinis* Mojs. ist den Magyl Schichten und dem Muschelkalk des Himalaya gemeinsam — und *Hungarites*; in der karnischen Stufe: *Arcestes, Proarcestes, Protrachyceras, Anolcites. Placites, Clionites, Anatomites.* In der karnischen Stufe nimmt nicht nur, wie bereits früher erwähnt, die Zahl der mit dem subtropisch-äquatorialen Gürtel gemeinsamen Ammonitengattungen, sondern auch jene der identischen oder mindestens vikariierenden Spezies (*Proarcestes* cf. *Gaytani, Placites* cf. *Oldhami*) zu. Aus der norischen Stufe ist noch keine Cephalopodenfauna bekannt.

Ein sehr auffallendes faunistisches Merkmal ist die außerordentliche Seltenheit des Genus *Orthoceras.* Es ist doch wohl kaum ein bloßer Zufall, daß von dieser häufigsten Nautiloideengattung des Mediterranen Reiches bisher nur ein einziges Fragment aus dem Chitistone Kalk des Nizima-Distriktes in Alaska in unsere Sammlungen gelangt ist, obwohl die Fazies der Ablagerungen für deren Auftreten keineswegs ungünstig erscheint.

Von Bedeutung ist ferner das massenhafte Auftreten von riffbauenden Korallen in den obertriadischen Kalken am Iliamna See in Alaska unter dem 60. Grad n. Br., während sonst Korallenreste aus der Trias des Borealen Reiches nicht bekannt sind.

Die zunehmende faunistische Verschmelzung des Borealen Reiches mit der Tethys und dem Pazifischen Randmeer zur Zeit der Obertrias wird nur durch das nach unserer heutigen Erfahrung auf das boreale Gebiet beschränkte Vorkommen der beiden Ammonitengattungen *Nathorstites* und *Dawsonites* getrübt. Diese beiden Genera bleiben kennzeichnende Charakterformen der borealen Obertrias. Interessant ist die von Uhlig und Pompeckj[2] betonte Tatsache, daß auch die Lias- und ältere Doggerfauna der Arktis, die wir allerdings bisher nur ungenügend kennen, noch nichts von der Eigenart und Selbständigkeit der jüngeren borealen Jurafaunen verrät.

---

[1] A. G. Nathorst: Über Trias- und Jurapflanzen von der Insel Kotelny. Résultats scientif. de l'Expédition polaire Russe 1900—1903. Mém. Acad. Imp. Scienc. St. Pétersbourg, ser. VIII. T. XXI, No. 2, 1907.

[2] J. F. Pompeckj: Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Stuttgart, 1914, p. 53.

II. Das Mediterrane Reich.

Die alpine Trias. — Fazieszersplitterung. — Wechsel der Mächtigkeit der einzelnen Triasstufen. — Angeblicher Zusammenhang der Regionen bestimmter fazieller Ausbildung mit den ostalpinen Decken. — Beweise für eine autochthone Entstehung. — Nord- und südalpiner Faziesbezirk. — Ineinandergreifen der Faziesbezirke in den verschiedenen Triasstufen. — Übersicht der Cephalopodenfaunen. — Die Hallstätter Entwicklung. — Zonengliederung. — Trias der Karpathen. — Westalpine Trias. — Corsica. — Apennin. — Sizilien. — Der mediterrane Randgürtel der Binnenmeerfazies. — Die germanische Triasentwicklung. — Positive Phasen der Bewegung der Strandlinie im Muschelkalk und in der rhätischen Stufe. — Die Iberisch-Nordafrikanische Triasprovinz. — Spuren der Tethys auf Sardinien, den Balearen, bei Mora de Ebro und in der betischen Cordillere. — Das östliche Mittelmeerbecken. — Untertrias von Albanien in Hallstätter Entwicklung. — Die hellenische Trias. — Mysien. — Bithynien. — Dobrudscha. — Krym und Kaukasus. — Skythische Spuren am Bogdoberg, in Darwas und im Quellgebiet des Jenissei. — Charakteristik der triadischen Cephalopodenfauna des Mediterranen Reiches.

Der westliche Abschnitt der Tethys stellt bereits in der Triasperiode ebenso wie im Jura ein einheitliches Faunengebiet dar. Seine Bedeutung als Hauptentwicklungstypus dieser Formation ist selbst durch die Entdeckung der reichen Cephalopodenfaunen des Himalaya, des Timorarchipels und Californiens in keiner Weise geschmälert worden. Dieses Mediterrane Reich erstreckte sich im Westen Eurasiens an dessen Südgrenze bis tief in das Innere von Russisch-Asien. Dagegen erreichte es nicht wie zur Jurazeit die Induslinie ihrer ganzen Breite nach, sondern wurde schon in Hocharmenien, zum mindesten während der skythischen Epoche, von dem himamalayischen Faunengebiet abgelöst.

Der Gegensatz zwischen einer mitteleuropäischen und einer alpinen Ausbildung der Sedimente und ihres faunistischen Inhalts tritt innerhalb des Mediterranen Reiches während der Triasperiode viel schärfer hervor als im Jura. Der neritische Randgürtel der Binnenmeerentwicklung in Deutschland, im westlichen und südlichen Frankreich, auf der iberischen Halbinsel und in Nordafrika bis zur Südgrenze von Tunis weist der alpinen Trias gegenüber eine so auffallende faunistische und fazielle Sonderung auf, daß für sie trotz der Zugehörigkeit zu einem gemeinsamen Reiche die Aufstellung besonderer zoogeographischer Provinzen gerechtfertigt erscheint. Dagegen ist die faunistische Differenzierung der östlichen Hälfte des mediterranen Tethysgebietes wesentlich geringer als im Jura und für die Errichtung einer der Kimmero-Kaukasischen Juraprovinz homologen zoogeographischen Region noch nicht ausreichend.

A. Die alpine Trias.

Eine Gesamtdarstellung unseres Wissens von der alpinen Trias ist zuletzt im Jahre 1906 von G. v. Arthaber in dem dritten Teil des ersten Bandes der Lethaea mesozoica veröffentlicht worden. Arbeiten, die wesentliche Beiträge zur Kenntnis dieser Entwicklung der mediterranen Trias — für uns gewissermaßen des Normaltypus der marinen Trias überhaupt — enthalten, sind in den verflossenen neun Jahren nicht erschienen. G. v. Arthaber's gründliche und sorgfältige Publikation darf daher als Grundlage für die nachfolgenden Darlegungen gelten, die sich auf gewisse Einzelheiten in den faunistischen Verhältnissen erstrecken, wie sie in einem der Gesamtdarstellung der alpinen Trias von stratigraphischen Gesichtspunkten aus gewidmeten Werke naturgemäß in den Hintergrund treten.

Die alpine Region der Tethys ist allerdings ein Gebiet dauernder Meeresbedeckung gewesen, das heißt: das Meer hat sich während der ganzen Triasperiode niemals aus dem größten Teil der

von ihm überfluteten Geosynklinale zurückgezogen, aber die Tiefenverhältnisse dieses Meeres waren sehr wechselnde und grobklastische Sedimente wie die Einschaltung pflanzenführender Schichten geben an vielen Stellen Zeugnis von dem Bestande größerer Inseln. Die Mannigfaltigkeit der Sedimente ist nicht geringer als im Jura. Auch die alpine Trias ist ein klassisches Gebiet der Fazieszersplitterung.

E. Haug und J. Pompeckj haben die Differenzen zwischen den mitteleuropäischen und alpinen Cephalopodenfaunen des Jura durch die Annahme von Tiefenunterschieden zu erklären versucht, aber diese Annahme berücksichtigt nicht die Tatsache, daß die alpinen Ammonitenfaunen in Ablagerungen sehr verschiedener Tiefen, auch in ausgesprochen neritischen Bildungen sich finden. So ist kaum anzunehmen, daß zum Beispiel der Reiflinger Kalk der Nordalpen sich in wesentlich größeren Tiefen abgesetzt hätte als der deutsche Muschelkalk. Cephalopodenreiche Sedimente wie die Aonschiefer Niederösterreichs sind ohne Zweifel küstennahe Ablagerungen im seichten Wasser. Wenn E. v. Mojsisovics[1] einmal gewisse Cephalopodengenera, wie *Arcestes, Pinacoceras, Ptychites, Orthoceras* als nur in reinen, tonarmen Kalken häufig, andere wie die *Ceratitidae* als Hauptleitformen der tonreichen Ablagerungen bezeichnet hat, so haben spätere Erfahrungen die uneingeschränkte Gültigkeit dieser Ansicht keineswegs bestätigt. Die relative Unabhängigkeit des Vorkommens vieler Ammonitenarten von einer bestimmten Gesteinsfazies ist ebenso unbestreitbar, wie in anderen Fällen der Einfluß einer solchen auf die allgemeine Zusammensetzung der in ihr eingeschlossenen Cephalopodenfauna.

Hand in Hand mit der Fazieszersplitterung geht die ungleiche Mächtigkeit einzelner Horizonte in der alpinen Trias. Das Anschwellen der Wettersteinkalke zu mächtigen, gegen die Peripherie allseitig auskeilenden Linsen, die sehr unregelmäßige Entwicklung der Partnachschichten, die bis zur vollständigen Verkümmerung fortschreitende Reduktion der ladinischen Stufe in einzelnen Abschnitten der niederösterreichischen Voralpenzone, der rasch und wiederholt wechselnde Umfang des südtirolischen Schlerndolomits im Bereich der Dolomitstöcke von Gröden, Enneberg, Ampezzo und Sexten, die geringe Mächtigkeit der Hallstätter neben der Normalentwicklung der alpinen Trias sind allgemein bekannte Beispiele. Andere Triashorizonte wieder zeigen eine größere chorologische Konstanz, so die Werfener Schichten oder der allerdings bald eine, bald mehrere Stufen der Obertrias umfassende Dachsteinkalk.

Eine andere seit langer Zeit bekannte Tatsache ist die Anordnung bestimmter Kombinationen der Ausbildung einzelner Triasstufen in parallel dem Hauptstreichen der Alpen sich erstreckenden Zonen. So zeichnen bestimmte stratigraphische Merkmale die Trias der Westalpen, der nördlichen und zentralen Ostalpen, endlich der Südalpen und Dinariden aus. Die Deckenlehre hat in den älteren Stadien ihrer Entwicklung auf einen kausalen und direkten Zusammenhang der ostalpinen Decken mit der faziellen Ausbildung der Trias großes Gewicht gelegt und manchen Forschern die Möglichkeit einer befriedigenden Erklärung der Faziesverteilung in den Ostalpen vorgetäuscht. Später hat Termier den Versuch, eine Decke durch stratigraphische Merkmale zu definieren abgelehnt.[2] In der Tat fallen die tektonischen Grenzen mit jenen der verschiedenen Fazies nicht immer zusammen. Dies gilt vor allem für die Beziehungen der Hallstätter Entwicklung zu den übrigen Triassedimenten.

Die Meinung Haug's,[3] daß die Hallstätter Kalke des Salzkammergutes einer besonderen, von allen übrigen Triasentwicklungen in den Nordalpen durch tektonische Grenzen scharf geschiedenen Decke angehören, steht mit den Beobachtungstatsachen nicht im Einklang. Wohl gibt es zahlreiche

---

[1] E. v. Mojsisovics: Über heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., XXX., 1880, p. 712.

[2] Dem heute bereits veralteten Standpunkt L. Kober's, daß innerhalb derselben Decke die Fazies nicht wechseln dürfe, stellt Heritsch (Die Anwendung der Deckenlehre auf die Ostalpen, Geologische Rundschau, V., 1914, p. 98) als Vertreter der modernsten Richtung die Behauptung entgegen, daß jede Definition einer Decke durch die Faziesentwicklung unmöglich sei.

[3] E. Haug: Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. Bull. Soc. Géol. de France, 4. sér., T. VI, 1906, p. 359—422.

Profile, welche die Klötze des Hallstätter Kalkes[1] unmittelbar aus den Werfener Schichten, beziehungsweise aus der den letzteren äquivalenten Salzformation des Haselgebirges aufragend, an diese gebunden und außer jedem Zusammenhang mit den gleichaltrigen Dachsteinkalken oder Korallriffkalken des Hochgebirges zeigen, aber fast ebenso häufig ist ein Auftreten der obertriadischen Hallstätter Kalke in Linsen und Nestern des Hochgebirgsriffkalkes. Auch in den Südalpen sind Kalke der Hallstätter Entwicklung häufig auf das engste verbunden mit den sie umgebenden Triassedimenten.[2] Am Col Andoi bei Valdepena hat kürzlich A. de Toni[3] die linsenförmige Natur der Hallstätter Ammonitenkalke, die als eine heteropische Einlagerung den ladinischen Sandsteinen und Schiefern ihrer Umgebung eingeschaltet sind, in einer jeden Zweifel ausschließenden Weise nachgewiesen.[4]

Wer den Überfaltungen der über den ursprünglichen Ablagerungsraum der ostalpinen Sedimente hinausquellenden Decken ein bedeutendes Ausmaß zugesteht, der wird auf eine Rekonstruktion des alten Reliefs in den Alpen aus der gegenwärtigen Verteilung der Fazies Verzicht leisten müssen. Dennoch liefern gerade die Faziesverhältnisse der triadischen Bildungen in einzelnen Zonen der Ostalpen Beweise für eine autochthone Entstehung und gegen eine weitgehende Verlagerung durch Schubmassen

Verquert man die Bildungen der julischen Unterstufe in einem Profil durch die nördliche Kalkzone etwa in der Gegend des Ennsdurchbruches vom Böhmischen Massiv bis zur ostalpinen Zentralzone, so kann man ihre parallele Anordnung in vier deutlich geschiedenen Gürteln beobachten. In dem äußersten Gürtel liegen die litoralen Sedimente, denen sogar limnisch-terrestrische Absätze mit Kohlenflözen (Lunzer Sandstein) untergeordnet sind. Dann folgt der Sandsteingürtel der sublitoralen Carditaschichten mit einer marinen Fauna des Flachmeeres, zu der sich gelegentlich Landpflanzen und Insekten gesellen, endlich die hemipelagische Region der Mitte, in der die Anzeichen einer Regression des Meeres vor der Ablagerung der Dachsteinkalke gänzlich verschwunden sind. Einen vierten Gürtel aber bilden wieder Sandsteine der Carditaschichten als Zeugen einer unmittelbaren Nähe des festen Landes, einer zentralalpinen Insel. Eine solche Anordnung der julischen Sedimente in den nordöstlichen Kalkalpen kann nur unter der Voraussetzung ihrer autochthonen Entstehung in befriedigender Weise erklärt werden.[5]

Nur in den Südalpen ist die Grenze zwischen dem Perm- und dem Triassystem durch eine lückenlose Schichtfolge überbrückt. Hier schließen sich die Meeresbildungen der unteren Werfener Schichten (Seiser Schichten) unmittelbar an jene des Bellerophonkalkes derart an, daß die Grenze zwischen beiden durch Wechsellagerung der Kalke und Schiefer unscharf wird. Bei Sarajevo hat E. Kittl ein Profil beobachtet, in dem eine Kalkbank mit Fossilien des Bellerophonkalkes innerhalb

---

[1] Der Hallstätter Entwicklung gehören auch die den Hallstätter Kalken und Marmoren untergeordneten Fazies der Draxlehner Kalke und Zlambachmergel an.

[2] G. v. Arthaber (Lethaea mes. 1/3, p. 385) betont das Fehlen der Hallstätter Kalke in den Südalpen und meint, daß die roten Wengener Kalke des Clapsavon nicht als solche angesehen werden können. Das Vorkommen norischer Hallstätter Kalke mit *Monotis salinaria* in der Wochein ist seither durch F. Teller (Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., 1912, p. 15) festgestellt worden. Aber auch die Gipfelkalke des Clapsavon in Friaul oder die Bulogkalke in Bosnien stellen eine in jeder Hinsicht typische Entwicklung von Hallstätter Kalken dar, die jenen des Salzkammergutes durchaus analog sind. Vergl. auch F. Frech: Neue Cephalopoden aus den Buchensteiner etc. Schichten des südl. Bakony. Paläontologie der Umgebung des Balatonsees, l. c. p. 63.

[3] A. de Toni: Illustrazione della fauna triasica di Valdepena (Cadore). Mem. Istituto geol. R. Universita di Padova, publ. dal Prof. G. Dal Piaz, II., Padova, 1913, p. 113–194.

[4] Es ist erfreulich zu sehen, wie ein Vertreter der extremsten Richtung der Deckenlehre, F. Heritsch, auf einem Umwege zu der alten Ansicht von E. v. Mojsisovics zurückkehrt, die Hallstätter Kalke seien in Kanälen zwischen den höher aufragenden Schichttafeln der normalen Triassedimente abgelagert worden, während noch vor kurzem die endgültige Beseitigung der »Fjord- und Schachbrettstratigraphie« als einer der größten Erfolge der Deckenlehre gepriesen worden ist.

[5] Auch Lebling hat am Südrande der nördlichen Kalkzone litorale Einflüsse erkannt. Hahn's gegenteilige Meinung, daß die Aflenzer Fazies bathyalen Charakter besitze, beruht nur auf der Verknüpfung dieser Fazies mit Hallstätter Kalken. Da die letzteren aber im Aflenzer Gebiet mit den Korallriffkalken des Dachsteinkalkes (nach Bittner) enge verbunden sind, so können sie keineswegs als bathyale Sedimente angesehen werden.

des lithologisch bereits den Seiser Schichten zufallenden Schieferkomplexes erscheint.[1] Die triadische Meerestransgression ist offenbar von den Südalpen aus gegen den Böhmisch-Vindelizischen Inselrücken nordwärts vorgedrungen und hat die zentralalpine Insel erst zur Zeit des Hauptdolomits überflutet. Die überwiegende Mehrzahl der Triasschollen im Bereich der ostalpinen Zentralzone gehört in das Niveau des Hauptdolomits.[2]

Innerhalb des Verbreitungsgebietes der alpinen Trias kann man eine Anzahl verschiedener größerer Faziesbezirke unterscheiden. In einzelnen dieser Bezirke hat die der jeweiligen Fazies angepaßte Auslese der allgemeinen Fauna zur Herausbildung so stark differenzierter Lokalfaunen geführt, daß in manchen Stufen die Merkmale einer Gliederung in gesonderte zoogeographische Provinzen oder wenigstens Subregionen als gegeben erachtet werden könnten. So besteht ein keineswegs unbedeutender fazieller und in manchen Triasstufen auch faunistischer Unterschied zwischen der nördlichen und südlichen Kalkzone der Ostalpen. In der letzteren ist insbesondere die ladinische Stufe viel reicher und mannigfaltiger entwickelt, dazu mit gewaltigen Ergüssen basischer Eruptivgesteine verknüpft, die der Trias der Nordalpen fehlen. Den reichen ladinischen Faunen der Südalpen steht in den Nordalpen nur eine sehr ärmliche Fauna gegenüber und auch der karnischen Fauna von St. Cassian, der artenreichsten in den Südalpen, entsprechen in den Nordalpen nur dürftige Parallelfaunen. Deutlich tritt ein erheblicher faunistischer Unterschied in der Ausbildung dieses unterkarnischen Niveaus in den Nord- und Südalpen hervor.[3] Er verschärft sich noch wesentlich in dem nächst jüngeren Aonoides-Horizont, der julischen Unterstufe.

Eine nicht geringe Anzahl wichtiger Faunenelemente, darunter gerade einige der leitenden Formen, wie *Halobia rugosa, Cardita Guembeli, Carnites floridus, Myophoria Kefersteini* sind entweder den Raibler Schichten der Südalpen oder deren nordalpinen Äquivalenten (*Halobia rugosa*-Schiefer, Aonschiefer, Carditaschichten) ausschließlich eigentümlich. Durch die nordalpine Entwicklung der julischen Unterstufe in den Bleiberger Schichten der Gailtaler Alpen und Nordkarawanken kommen beide Entwicklungen einander im Drauzug bis auf $3^1/_2$ *km* Entfernung nahe. F. Teller[4] und F. Frech[5] halten im Widerspruch mit S. v. Woehrmann[6] an der Annahme getrennter Bildungsräume für die julischen Ablagerungen des Drauzuges fest und meinen, daß zwischen denselben der heute an parallelen Längsbrüchen tief eingesunkene Urgebirgsstreifen östlich von Sillian zur Raibler Zeit als ein trennender Wall über die Meeresfläche emporgeragt habe.[7]

Während so die fazielle und faunistische Ausbildung gewisser Triasstufen den Versuch einer Gliederung der alpinen Provinz in Subregionen nahelegen möchte, wird ein solcher andrerseits außerordentlich erschwert durch die wechselnde Rolle, die ein und derselbe Gebirgsteil in den verschiedenen Epochen der Triasperiode gespielt hat.

Als ein Beispiel mögen hier die stratigraphischen Verhältnisse in dem Triasgebirge der Gailtaler Alpen angeführt werden, das durch die nordalpine Entwicklung seiner Schichtfolge in so hohem Maße ausgezeichnet erscheint, daß ihm von den Vertretern der Deckenlehre mit Vorliebe die Rolle einer Wurzelzone für die nördlichen Kalkalpen zugewiesen wird. Das einheitliche Bild einer nordalpinen Schichtfolge wird hier gestört durch die gelegentliche Einschaltung von Schichtgliedern des südalpinen Entwicklungstypus, wie der Wengener Kalk- und Mergelschiefer und der rhätischen Stufe

---

[1] E. Kittl: Geologie der Umgebung von Sarajevo. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., LIII, 1903, p. 17.

[2] Vergl. C. Diener: Bemerkungen über die stratigraphische Stellung der Krimmler Schichten etc. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., L., 1900, p. 388.

[3] Vergl. F. Toula: Die Kalke vom Jägerhause unweit Baden (Rauchstallbrunngraben) mit der nordalpinen St. Cassianer Fauna. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., LXIII., 1913, p. 77—126.

[4] F. Teller: Die Triasbildungen der Košuta etc. Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanst., 1887, p. 268.

[5] F. Frech: Lethaea mes. 1/3, p. 397.

[6] S. v. Woehrmann: Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., XLIII., 1893, p. 749 ff.

[7] Richtig ist jedenfalls, daß trotz der auffallenden lokalen Verschiedenheiten die Fauna der Nord- und Südhälfte des julischen Meeresgebietes so enge verbunden blieb, daß wir einen regen Faunenaustausch annehmen müssen.

in einer Ausbildung, die mit jener in der Lombardei und im westlichen Südtirol am nächsten übereinstimmt.[1] Mit Recht betonten daher kürzlich F. Kossmat[2] und R. Schwinner[3], daß die faziellen Beziehungen des Drauzuges zu den Nordkalkalpen im Grunde nicht größer seien als zur Trias des westlichen Abschnittes der südlichen Kalkzone, so daß die Trennung von der letzteren durch Zwischenschaltung der oberen ostalpinen Decken den natürlichen Zusammenhang einer tektonischen Einheit zerreißen würde.

Ein ganz ausgezeichnetes Beispiel einer Region gemischten Charakters, die während verschiedener Phasen der Triasperiode bald dem südalpinen, bald dem nordalpinen Bezirk angehört hat, ist das Triasgebiet des Bakony, das uns im letzten Jahrzehnt durch die Untersuchungen L. v. Loczy's und seiner Mitarbeiter in so vortrefflicher Weise erschlossen worden ist.[4] Hier folgt auf die nordalpin in der Reiflinger Fazies entwickelte anisische Stufe eine Reihe von Schichtgliedern, die in ihrer Ausbildung und Fauna den Buchensteiner und Wengener Schichten der Südalpen gleichstehen, während die julische Unterstufe mit der Fauna der Veszpremer Mergel und mit *Carnites floridus* sich wieder der nordalpinen Entwicklung anschließt.

Den Hauptanteil an der Zusammensetzung der triadischen Meeresablagerungen in der alpinen Region nehmen Kalke und Dolomite. Innerhalb der nördlichen Kalkzone der Ostalpen gibt es zahlreiche Profile, wo die gesamte Triasformation über den Werfener Schichten, die fast überall mit grobklastischen Schiefern und Sandsteinen anheben, durch eine faziell gleichartige Kalkmasse vertreten wird, die nur in einem einzigen Niveau (Carditaschichten) durch einen kalkarmen Mergelhorizont von geringer Mächtigkeit unterbrochen ist. Nur in den Südalpen spielen neben den kalkig-dolomitischen auch tonig-mergelige Sedimente, zumeist verknüpft mit den Tuffen der ladinischen Augitporphyre, eine größere Rolle. Aber auch hier ist das mächtigste Glied der Trias, der Dachsteinkalk, wie in den Nordalpen der ausschließliche Repräsentant oberkarnischer und norischer Bildungen. Die Bildungsweise der Kalke war eine sehr verschiedene. Wohl zumeist sind sie organogener Natur und von den verschiedensten, reichlich Kalk ausscheidenden Organismen aufgebaut worden. Zum Teil sind sie aus ursprünglich gewachsenen Kalkalgenbänken oder aus Kalkalgendetritusbänken zusammengesetzt, zum Teil sind sie wahre »Riffkalke«.

Cephalopodenreiche Ablagerungen gehören in der marinen Trias der Alpen zu den Ausnahmen. An Fossilien so reiche und zugleich horizontal so weit und gleichmäßig verbreitete, Ammoniten führende Bildungen wie im schwäbischen Jura gibt es in den Alpen überhaupt nicht. Nur der langjährigen systematischen Durchforschung der Ostalpen verdanken wir es, daß wir heute bereits aus fast allen Triasstufen Cephalopodenfaunen kennen. Immerhin muß auf die Tatsache Gewicht gelegt werden, daß bisher weder aus der unteren Abteilung der skythischen noch der anisischen Stufe[5] Cephalopoden zu unserer Kenntnis gelangt sind und daß reiche oberkarnische und norische Cephalopodenfaunen noch aus keiner anderen als der Hallstätter Entwicklung der alpinen Trias vorliegen.

In der nachstehenden Tabelle sind die wichtigsten Cephalopodenfaunen der ostalpinen Trias verzeichnet. Auf Literaturzitate habe ich für die vor dem Jahre 1905 erschienenen Arbeiten, die aus

---

[1] G. Geyer: Zur Stratigraphie der Gailtaler Alpen in Kärnten. Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanst., 1897, p. 118 ff.

[2] F. Kossmat: Erläuterungen zur geol. Karte des Blattes Bischoflack-Oberidria, 1910, p. 97. — Die adriatische Umrandung der alpinen Faltenregion. Mitteil. Geol. Ges. Wien, VI. 1913, p. 119.

[3] R. Schwinner: Der Südostrand der Brentagruppe. Mitteil. Geol. Ges. Wien, VI. 1913, p. 220.

[4] Vergl. die betreffenden Kapitel der »Paläontologie der Umgebung des Balatonsees« in: »Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees«, Wien, E. Hölzel, 1912.

[5] Die Bezeichnung »Unterer Muschelkalk« für die Zone des *Ceratites binodosus* Hau. bei E. v. Mojsisovics gibt kein zutreffendes Bild der stratigraphischen Position dieser Zone. In den Profilen von Judicarien, den einzigen, in denen die Zone des *Ceratites binodosus* besser entwickelt ist, entspricht sie einer geringmächtigen, hauptsächlich durch Brachiopoden charakterisierten Schichtgruppe unter dem Prezzokalk und über der viel mächtigeren Masse des eigentlichen, petrefaktenarmen, unteren Muschelkalkes. Weder in dem letzteren noch in dem ihm homotaxen Gracilis-Kalk von Recoaro haben sich bisher Ammoniten gefunden. (Vergl. Lepsius: Das westliche Südtirol, 1878, p. 54; A. Bittner: Über die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia, Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., XXXI., 1881, p. 229—254.)

der sorgfältigen Zusammenstellung in G. v. Arthaber's »Alpine Trias des Mediterrangebietes« (Lethaea mes. I/3) ersehen werden können, zumeist verzichtet.

Skythische Stufe: Campiler Schichten von Muć und Umgebung im kroatisch-dalmatinischen Grenzgebiet, ferner von Glavaticevo (Hercegovina), sonst nur vereinzelte Funde an verschiedenen Lokalitäten der Südalpen und des Bakony. In Hallstätter Entwicklung nicht bekannt.

Anisische Stufe: Reiflinger Kalk von Groß-Reifling und verschiedenen Lokalitäten des südlichen Bakony, Reutte, Kerschbuchhof und Kaminspitzen bei Innsbruck, Wettersteinkalk des Zugspitzmassivs,[1] Dolomit des Monte San Salvatore bei Lugano,[2] Kalke von Valsecca (Val Brembana),[3] bituminöse Schiefer von Besano (Lombardei),[4] Prezzokalk von Judicarien und Val Brembana, Sturiakalk von Recoaro, Monte Rite (Cadore),[5] Monte Cucco (Friaul),[6] Kuna Gora (Kroatien), Umgebung von Spizza (Süddalmatien),[7] Ptychitenkalk von Boljevici (Südwest-Montenegro).[8]

In Hallstätter Entwicklung: Rote Kalke des Lärcheck (Berchtesgaden), der Schreyeralm und Schiechlinghöhe bei Hallstatt, Bulogkalke der Umgebung von Sarajevo[9] und von zahlreichen anderen Lokalitäten in Bosnien und der südlichen Hercegovina (Gacko).[10]

Ladinische Stufe: Buchensteiner Knollenkalke in Judicarien, auf dem Plateau der Seiseralpe, in Buchenstein und Sappada, Knollenkalke des Tretto mit *Ceratites Münsteri*, gelbe, kieselreiche Kalke mit *Protrachyceras Reitzi* von Felsö-Eörs im Bakony, weiße Kalke von Esino, der Marmolata, des Latemar und der Umgebung von Predazzo,[11] Kieselkalke von Mikovići und Skala Vučetina in Montenegro,[12] Gregorić brjeg im Samoborer Gebirge in Kroatien,[13] Wengener Schiefer und Tuffsand-

---

[1] O. Reis: Eine Fauna des Wettersteinkalkes. I., Geogn. Jahreshefte, XIII., 1900, II., ibidem, XVIII., 1905.

[2] E. Mariani: Su alcuni fossili del Trias medio dei dintorni di Porto Valtravaglia e sulla fauna della dolomia del Monte San Salvatore presso Lugano. Atti Soc. Ital. sci. nat. Milano, XL., 1901, p. 39—63.

[3] A. Tommasi: La faunetta anisica di Valsecca in Val Brembana. Rendiconti R. Istituto Lombardo sci. e lett. Milano, XLVI., 1913, p. 767. — I fossili della lumachella triasica di Ghegna in Valsecca presso Roncobello. Palaeontogr. Ital., XIX., 1913, p. 71.

[4] C. Airaghi: I molluschi degli schisti bituminosi di Besano in Lombardia. Atti Soc. Ital. sci. nat. Milano, LI., 1912.

[5] C. Airaghi: Ammoniti triasici del Monte Rite in Cadore. Boll. Soc. Geol. Ital., XXIV., 1905, p. 252.

[6] G. v. Arthaber: Über die Horizontierung der Fossilfunde am Monte Cucco und über die systematische Stellung von *Cuccoceras*. Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanst., LXII., 1912, p. 333.

[7] M. Salopek: Über die Cephalopodenfauna der mittleren Trias von Süddalmatien und Montenegro. Abhandlungen der k. k. Geol. Reichsanst., XVII., Heft 3, 1911.

[8] A. Martelli: Cefalopodi triasici di Boljevici. Palaeontogr. Ital., X., 1904, p. 25. — Contributo al Muschelkalk superiore del Montenegro. Ibidem, XII., 1906, p. 97.

[9] Turina: Ein neuer Fundort des roten Han Bulog-Ptychitenkalkes bei Sarajevo. Wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien etc., XII., 1912.

[10] R. Kraus: Cefalopodi Ljusturnoga Vapnenca kraj Gacki u Hercegovini. Glasnik zemaljskoi Muzeja u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, 1914, p. 369—550. — Man begegnet in der paläontologischen Literatur wiederholt der Meinung, daß in den bosnischen Bulogkalken neben den Elementen der *Trinodosus*-Fauna auch solche jüngerer (ladinischer) Triashorizonte auftreten. Diese Meinung ist keineswegs begründet. Die Kalke von Han Bulog und Haliluci sind den Hallstätter Kalken der Schreyeralm und Schiechlinghöhe stratigraphisch gleichwertig. Sie enthalten allerdings, ihrem größeren Artenreichtum entsprechend, eine Anzahl von Typen, die den nordalpinen *Trinodosus*-Kalken fehlen (*Bosniles* Hau., *Proteites* Hau.), doch befinden sich darunter keine solchen, die auf ein ladinisches Niveau hinweisen würden. Die an *Protrachyceras* erinnernden Ceratiten, für die G. v. Arthaber die subgenerische Bezeichnung *Kellneriles* eingeführt hat, an die man da in allererster Linie denken möchte, finden sich auch im Reiflinger Kalk des südlichen Bakony. Möglicherweise erscheint in dem letzteren sogar *Protrachyceras* selbst zum ersten Male (vergl. C. Diener: Neue Beobachtungen über Muschelkalk-Cephalopoden des südlichen Bakony. Paläontologie der Umgebung des Balatonsees, Separatabdr., 1900, p. 31, Taf. II, Fig. 2). Auch die eigentümlichen, an *Hungarites* erinnernden Ceratiten des bosnischen Muschelkalkes (*Halilucites* Dien.), die vielleicht mit dem andinen Genus *Eutomoceras* Hyatt identisch sind, treten in der anisischen Stufe der Nordalpen (Schiechlinghöhe) als Seltenheit auf.

[11] H. Philipp: Geologisch-Paläontologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Predazzo. Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellsch., LVI., 1904, p. 1—99. — W. Wilckens: Paläontologische Untersuchung triadischer Faunen aus der Umgebung von Predazzo. Verhandl. d. Naturhist. Medizin. Ver. Heidelberg, N. F., X., 1909, p. 81—230.

[12] A. Martelli: Il livello di Wengen nel Montenegro meridionale. Boll. Soc. Geol. Ital., XXXIII., 1904, p. 323.

[13] M. Salopek: O srednjem trijasu Greguric-brijega u Samoborskoj gori i o njegovoj fauni. Jugoslovenska Akad. znanosto i umjetnosti, XX., Zagreb, 1912.

steine von Wengen und Corvara, Daonellenkalk von Judicarien (insbesondere Schilpario), rote Knollenkalke des Som Hegy, graue Knollenkalke des Foras Hegy und Füreder Mergelkalke mit *Protrachyceras ladinum* des Bakony.

In Hallstätter Entwicklung: Gipfelkalke des Clapsavon und von Valdepena (Friaul), rote Cephalopodenkalke von Vamos-Katrabocza (Bakony).

Karnische Stufe:

a) Cordevolische Unterstufe: Mergel der Stuoreswiesen bei St. Cassian, Raibler Fischschiefer des Kaltwassertales, Füreder Kalke von Csopak im südlichen Bakony.[1]

In Hallstätter Fazies: Klippenkalk von Pozoritta (Bukowina).

b) Julische Unterstufe: Mitterberger Sandstein am Haller Salzberg, Aonschiefer von Niederösterreich (insbesondere Lunz, Göstling), Muschelmarmor von Bleiberg, Raibler Schichten des Schlernplateaus, Veszpremer Mergel des Bakony.

In Hallstätter Entwicklung: Wallbrunn bei Hallein, Feuerkogel (Röthelstein) und Raschberg bei Aussee, Naßkör im Mürztal, Dragolac (Bosnien), Umgebung von Spizza (Süddalmatien).

c) Tuvalische Unterstufe: Korallriffkalke der Wetterwand (Salzburg), Plattenkalke und Mergelschiefer mit *Tropites subbulatus* von San Stefano (Cadore).

In Hallstätter Entwicklung: Rappoltstein bei Hallein, Raschberg, Vorder-Sandling (Milchbrunnkogel) bei Aussee.

Norische Stufe: Crinoidenkalke im Dachsteinkalk von Dernö im Gömörer Komitat (Oberungarn)

In Hallstätter Entwicklung: Leisling, Gastropodenmarmor des Vorder-Sandling, Ferdinandstollen am Röthelstein bei Aussee (unternorisch), Sommeraukogel bei Hallstatt und Barmsteinlehen bei Hallein (mittelnorisch), Steinbergkogel bei Hallstatt, Franzberg bei Aussee, Pötschenkalk bei St. Agatha, Zlambachmergel des Stambachgrabens (obernorisch), Taubenstein im Gosautal, Aiglköpfe bei Hallein, Gusterstein im Mürztal, Hernstein in Niederösterreich.

Rhätische Stufe: Kössener Schichten von Garmisch, Kössen und im Kendelbachgraben (Osterhorn).

Die Entwicklung ammonitenreicher Schichten ist, wie schon ein Blick auf diese Tabelle lehrt, in der ostalpinen Trias sehr ungleichmäßig. Norische Cephalopodenfaunen kennt man fast nur aus der Hallstätter Fazies, während die viel mächtigere und weiter verbreitete Hauptdolomit- und Dachsteinkalkfazies der Ammoniten nahezu vollständig entbehrt. Auch die *Subbullatus*-Fauna ist uns, strenge genommen, nur aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes bekannt. Die anderen Lokalitäten haben nur einige wenige Arten geliefert, die gerade zur Feststellung des Niveaus ausreichen. Am weitesten und gleichmäßigsten ist in den Ostalpen die *Trinodosus*-Fauna der anisischen Stufe verbreitet. Eine an Ammoniten ungewöhnlich reiche Entwicklung der ganzen Mitteltrias finden wir im Bakony.

Die Schwierigkeiten für die Aufstellung einer Zonengliederung der alpinen Trias im Sinne Oppel's vermögen wir richtig einzuschätzen, wenn wir uns die Aufgabe vorstellen, Oppel's Zonenschema des Jura ohne Kenntnis der klassischen Juragebiete Mitteleuropas ausschließlich auf Grund unserer Erfahrungen im alpinen Jura zu ermitteln. Unlösbar wäre diese Aufgabe trotz aller Schwierigkeit nicht gewesen, wenn auch der Weg des Fortschrittes einem Tasten von einem Irrtum zum anderen geglichen haben dürfte. Obwohl wir noch keineswegs alle triadischen Cephalopodenhorizonte profilmäßig übereinander aufgeschlossen kennen, so ist heute doch schon eine so weitgehende Kontrolle jedes einzelnen Profils durch Nachbarprofile möglich, daß eine Umkehrung der Zonenfolge, wie sie E. v. Mojsisovics im Jahre 1892 vornehmen mußte, fernerhin gänzlich ausgeschlossen

[1] F. Frech: Die Leitfossilien der Werfener Schichten und Nachträge zur Fauna des Muschelkalkes, der Cassianer und Raibler Schichten etc. Paläontologie der Umgebung des Balatonsees, Separatabdr., 1907, p. 77.

erscheint.[1] Die richtige Faunenfolge wäre übrigens auch ohne die vorangehenden Untersuchungen im Hallstätter Gebiet durch das Studium der Trias im Himalaya, wo die tuvalische *Subbulatus*-Fauna in Spiti im normalen Schichtverband zwischen einer julischen Cephalopodenfauna im Liegenden und einer unternorischen im Hangenden eingeschlossen ist, mit Sicherheit ermittelt worden.

Versuchen, eine noch feinere Zonengliederung in der ladinischen Stufe durchzuführen, wird man einigermaßen skeptisch gegenüberstehen dürfen.[2] Nur in bezug auf die Zonengliederung der norischen Stufe mögen Veränderungen nicht ganz ausgeschlossen sein.

Auffallende Lücken, deren Ausfüllung durch die Entdeckung noch unbekannter Cephalopodenfaunen zu erwarten wäre, existieren heute in der alpinen Mittel- und Obertrias so wenig als im Jura. Schon G. v. Arthaber (l. c. p. 374) hat darauf hingewiesen, daß die Bedeutung der faunistischen Lücke zwischen der karnischen und norischen Stufe von E. v. Mojsisovics überschätzt worden sei und daß die Faunen einiger Hallstätter Linsen im Barmsteinlehen bei Hallein diese Lücke bis zu einem gewissen Grade überbrücken.[3] Seither ist von A. Heinrich[4] eine vorläufige Mitteilung über die Entdeckung einer Übergangsfauna der karnischen in die norische Stufe am Röthelstein bei Aussee verlautbart worden. An einer Fundstelle des Feuerkogels, die bis dahin eine rein julische Cephalopodenfauna geliefert hatte, ist im Jahre 1907 eine Mischfauna von teilweise karnischem, teilweise und zwar überwiegend norischem Gepräge gefunden worden. Wichtig ist, daß die meisten Arten mit norischen nicht direkt identisch, sondern nur enge verwandt sind, auffallend das Fehlen bezeichnender Typen der Zone des *Tropites subbullatus*, während *Protrachyceras* und *Sturia*, die der tuvalischen Unterstufe in den Ostalpen fehlen, in dieser Übergangsfauna noch vorkommen sollen.

Schärfer als das Verbreitungsgebiet nord- und südalpiner Entwicklung innerhalb der Trias der Ostalpen grenzt sich die letztere als Ganzes betrachtet von der Trias der Westalpen ab. Die westalpine Trias ist lückenhaft und nur in der Zone des Briançonnais durch die Ausbildung mächtiger Massen von Gyroporellenkalken ausgezeichnet. In den äußeren Zonen der Westalpen sind Anklänge an die deutsche Binnenmeerentwicklung vorhanden. Es ist bemerkenswert, daß solche wenigstens zur Zeit der Untertrias am südlichen Rande der Alpen auch in dem sonst ostalpin entwickelten Triasgebiet der Lombardei (pflanzenführender Buntsandstein mit *Voltzia heterophylla*) sich geltend machen und

---

[1] Es kann, irrtümlichen Darstellungen des Sachverhaltes gegenüber, nicht oft und eindringlich genug betont werden, daß die von E. v. Mojsisovics im Jahre 1892 veröffentlichte Verschiebung der Zonenfolge in der alpinen Trias keinen Umsturz der Gliederung der alpinen Trias bedeutet, sondern nur eine Richtigstellung der Aufeinanderfolge der Cephalopodenfaunen in der Hallstätter Entwicklung.

[2] Vergl. M. Horn: Vorläufige Mitteilungen über den ladinischen Knollenkalkkomplex der Südalpen. Centralblatt f. Mineral., 1913, p. 508.

[3] Der Meinung von E. v. Mojsisovics (Cephalopoden der Hallstätter Kalke, Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanst. VI/2, 1893, p. 822), daß zwischen der karnischen und norischen Stufe eine größere Lücke in der faunistischen Reihenfolge angenommen werden müsse, lassen sich die folgenden Tatsachen entgegenstellen: Im Unternorikum treten nur vier neue Cephalopodengattungen zum ersten Male auf und unter diesen erlangt nur eine, *Halorites*, eine größere Bedeutung. Die Zahl der an der Grenze der karnischen und norischen Stufe erlöschenden Genera und Subgenera (11) ist geringer als jene der Gruppen, die die Oberkante der julischen Unterstufe nicht überschreiten (18). Unter den in der tuvalischen Unterstufe erlöschenden Ammonitengattungen sind nur *Lobites* und einige Genera der *Tropitidae* von größerer Bedeutung. Die wichtigsten tuvalischen Ammonitengattungen, wie *Arcestes, Jovites, Juvavites, Anatomites, Buchites, Clionites, Margarites, Celtites, Tropiceltites, Sageniles, Sirenites, Cladiscites, Pinacoceras, Placites, Megaphyllites,* gehen aus der karnischen in die norische Stufe hinauf, wenngleich bei einigen (*Tropites*) eine sehr erhebliche Abnahme der Häufigkeit sich bemerkbar macht. Die Zahl der den beiden Stufen gemeinsamen Arten ist allerdings sehr gering. Sie beschränkt sich nach E. v. Mojsisovics auf *Placites perauctus* Mojs., *Megaphyllites humilis* Mojs., *Rhacophyllites pumilus* Mojs. und *Orthoceras dubium* Hau. Dabei ist jedoch die gelegentlich ungewöhnlich enge Speziesfassung in Betracht zu ziehen.

[4] A. Heinrich: Vorläufige Mitteilung über eine Cephalopodenfauna aus den Hallstätter Kalken des Feuerkogels am Röthelstein bei Aussee, die den Charakter einer Zwischen- und Übergangsfauna der karnischen und norischen Stufe aufweist. Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., 1909, p. 337—347.

so auf die Nähe eines Festlandes hinweisen. Cephalopodenfaunen fehlen in der Trias der Westalpen bis heute vollständig.

Die ostalpine Trias setzt sich nach Osten durch die inneren Zonen der Karpathen bis nach Siebenbürgen und in das Banat fort. Nur in der Tatra und in den Beskiden macht sich ein Übergang in die germanische Binnenmeerentwicklung, insbesondere zur Zeit der Obertrias geltend. Auch die Hallstätter Entwicklung mit reichen Cephalopodenfaunen der ladinischen, karnischen und norischen Stufe ist in der »Ostkarpathischen Fazies« Uhlig's an mehreren Lokalitäten Siebenbürgens und der Bukowina nachgewiesen worden. Alle diese Faunen bestehen durchaus aus rein alpinen Elementen.

Die westalpine Entwicklung greift, wie Tornquist gezeigt hat, auf die Insel Corsika über.[1] In dem Profil von St. Florent im nördlichen Teile der Insel folgen über dem Oberkarbon Korallenkalke von wahrscheinlich anisischem Alter, dann helle Kalke vom Typus des Esinokalkes, Dolomite mit Mergelschieferzwischenlagen, endlich fossilreiches Rhät von über 100 *m* Mächtigkeit in alpiner, nicht germanischer Ausbildung, vergleichbar jener bei Spezia und in den Apuanischen Alpen.

Im Apennin von Umbrien und Campanien ist die marine Trias zumeist durch mächtige Massen fossilarmer Dolomite und Kalke vertreten. Cephalopodenführende Bildungen stellen sich erst im südlichen Teile der Halbinsel in der Provinz Basilicata ein, wo G. de Lorenzo eine ärmliche ladinische Fauna aus den Riffkalken von Lagonegro beschrieben hat.[2]

Reiche Cephalopodenfaunen treten uns erst wieder in der Obertrias von Sizilien entgegen. Sie sind uns durch die schöne Monographie Gemmellaro's zugänglich gemacht worden.

In Sizilien ist wohl die ganze marine Trias des Mediterrangebietes vertreten, doch liegen alle tieferen Stufen bis zum mittleren Karnikum in versteinerungsleerer Ausbildung als glimmerige Sandsteine und sandige Schiefer (Servino) oder als helle Kalke und Dolomite vor. Erst in den bis zu 500 *m* Mächtigkeit anschwellenden obertriadischen Halobienkalken der Provinzen Palermo und Girgenti stellt sich eine fossilreiche Bildung ein. In diesen Kalken wechseln Bivalvenbänke, die vorwiegend *Halobia, Posidonia* und *Monotis* enthalten, mit Cephalopodenbänken. Gemmellaro[3] hat in seiner leider unvollendet gebliebenen Monographie der sizilischen Trias die einzelnen Cephalopodenfaunen nicht nach bestimmten Niveaus gesondert. E. v. Mojsisovics,[4] der einen Teil von Gemmellaro's Material zu untersuchen Gelegenheit hatte, hält den sizilischen Halobienkalk für »eine isopische Masse, welche die Horizonte aus der Zone des *Trachyceras Aonoides* bis inklusive zur Zone des *Cyrtopleurites bicrenatus* umfasst«. Die norische Stufe ist ohne Zweifel unvergleichlich dürftiger als die karnische, mit Sicherheit an den beiden Lokalitäten Madonna del Balzo und Cave di Billiemi vertreten. Sie wird an jeder derselben durch je elf Spezies repräsentiert, unter denen sich im ganzen neun mit alpinen Ammoniten identische befinden. Unvergleichlich reicher ist die karnische Cephalopodenfauna von den drei Lokalitäten Giacalone, Votano bei San Stefano Quisquina und Modanesi bei Castronuovo. Die starke Vertretung der Gattung *Tropites* und das vollständige Fehlen von *Trachyceras* lassen mir eine Vertretung der julischen Unterstufe, wie sie E. v. Mojsisovics annimmt, einigermaßen zweifelhaft erscheinen. Jedenfalls fällt der Hauptanteil an der Zusammensetzung der karnischen Cephalopodenfauna Siziliens der *Subbullatus*-Zone (tuvalische Unterstufe) zu.

---

[1] A. Tornquist: Beiträge zur Geologie der westlichen Mittelmeerländer. III. Die karbonische Granitbarre zwischen dem ozeanischen Triasmeer und dem europäischen Triasbinnenmeer. Die Entwicklung der Trias auf Corsika. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beilageband XX, 1905, p. 466—507.

[2] G. de Lorenzo: Fossili del Trias medio di Lagonegro. Palaeontogr. Ital., II., 1897, p. 113.

[3] G. Gemmellaro: I cefalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia. Palermo, 1904. Herr Checchi-Rispoli, Assistent am Geologischen Institut der Universität in Palermo, hat die Liebenswürdigkeit gehabt, mir die Sammlung Gemmellaro's zu Ostern 1911 zugänglich zu machen.

[4] E. v. Mojsisovics: Zur Altersbestimmung der sizilischen und süditalienischen Halobienkalke. Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., 1896, p. 200.

Bei einer Prüfung der Artenliste in Gemmellaro's Monographie fällt auf den ersten Blick die außerordentlich große Zahl neuer Spezies auf. Unter 240 Cephalopodenarten sind nur 30 mit solchen der alpinen Trias identifiziert oder wenigstens als cf. bezeichnet worden. Die reichste Fauna, jene des Oberkarnikums von Modanesi enthält unter 152 mit Speziesbezeichnungen versehenen Formen gar nur 17 (etwas mehr als 11%) mit alpinen identische. Mehr noch als sonst ist jedoch die statistische Methode in diesem Falle geeignet, in die Irre zu führen.[1] Denn trotz der scheinbar geringen Anzahl übereinstimmender Arten ist doch das Bild der karnischen Fauna Siziliens jenem der entsprechenden Hallstätter Faunen überaus ähnlich. Der unverhältnismäßig geringe Prozentsatz alpiner Arten in den sizilischen Cephalopodenfaunen ist lediglich auf die ungewöhnlich enge Fassung des Artbegriffes zurückzuführen, die sich Gemmellaro zu eigen gemacht hat. Nur sehr wenige Elemente in der Cephalopodenfauna der sizilischen Obertrias muten uns fremdartig an, so die seltene Dibranchiatengattung *Calliconites*, die Ammonitengenera *Siculites, Gonionotites, Mojsisovicsites* und *Palicites* (wahrscheinlich identisch mit *Anatibetites* Mojs.), unter denen aber nur die beiden ersteren häufiger sind.

Auch sonst darf man die faunistischen Differenzen in den Hallstätter Kalken der karnischen Stufe nicht allzu hoch einschätzen. Es sei hier nur an jene erinnert, die zwischen den Faunen der julischen Linsen mit *Trachyceras Austriacum* und mit *Lobites ellipticus* am Röthelstein bei Aussee bestehen. E. v. Mojsisovics führt aus der ersteren 167, aus der letzteren 337 Cephalopodenspezies an, unter denen nur 53 beiden gemeinsam sind, obwohl es sich hier um zwei nahe gelegene Fundpunkte von sehr geringer Altersdifferenz handelt.[2]

Will man die zwischen den obertriadischen Cephalopodenfaunen Siziliens und der Ostalpen bestehenden Unterschiede höher bewerten, was mit Rücksicht auf die vier oben genannten, den karnischen Halobienkalken eigentümlichen Genera immerhin gerechtfertigt erscheint, so könnte dies durch die Errichtung einer besonderen Subregion für das erstere Gebiet zum Ausdruck gebracht werden.

B. Der mediterrane Randgürtel der Binnenmeerfazies.

Der Gegensatz zwischen einer »alpinen« und »außeralpinen« Entwicklung der Sedimente Mitteleuropas tritt bekanntlich während der Triasperiode mit besonderer Schärfe hervor. Name und Dreigliederung dieser Formation sind ihrer außeralpinen Entwicklung im germanischen Triasbecken entnommen worden. Erst viel später hat die zunehmende Kenntnis der triadischen Sedimente in den Alpen und im Himalaya dazu geführt, die Grundlagen für eine Gliederung der universell verbreiteten Ablagerungen der Triasperiode außerhalb des engen Rahmens der germanischen Lokalentwicklung zu suchen, eingedenk der Mahnung M. Neumayr's, daß bei dem Studium der geschichteten Ablagerungen die Bildungen der großen Meere den Typus abzugeben haben.[3]

Die von Neumayr für die Juraperiode befürwortete Trennung einer mitteleuropäischen von einer mediterranen Provinz hat keineswegs allgemeine Anerkennung gefunden. Auch Uhlig, der Neumayr's »Mitteleuropäische Juraprovinz« als eine dem Mediterranen Reiche untergeordnete Region ausscheidet, stützt sich nur auf den »Bestand gewisser Unterschiede«, stellt jedoch ausdrücklich fest, daß der Übergang zwischen beiden Regionen kein sprunghafter, sondern ein ganz allmählicher ist

---

[1] Die Nachteile der Anwendung der statistischen Methode für die Untersuchung ungleich intensiv durchforschter Gebiete ergeben sich klar aus der Arbeit Semenow's: »Versuch einer Anwendung der statistischen Methode zum Studium der Verteilung der Ammoniten im russischen Jura« (Annuaire géol. et mineral. de la Russie, par N. Krischtafowitsch, Vol. II, Heft 6, 1897).

[2] Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß die sizilischen Halobienkalke nicht in den Rahmen der ostalpinen Hallstätter Entwicklung fallen.

[3] E. v. Mojsisovics, W. Waagen, C. Diener: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Triassystems. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., CIV., 1895, p. 1271 ff.

und daß eine befriedigende Charakterisierung der mitteleuropäischen gegenüber der alpinen Jurafauna nicht aufgebracht werden kann.

Für die Triasperiode bestehen solche Schwierigkeiten nicht. Die Notwendigkeit einer provinziellen Sonderung der Gebiete der sogenannten Binnenmeerfazies im Sinne Tornquist's von dem alpinen Bezirk der Tethys unterliegt hier keinem Zweifel. Die Unterschiede in der Ausbildung der Sedimente und deren Faunenführung sind so groß, daß eine Parallelisierung bestimmter Glieder des einen mit solchen des anderen Bezirkes trotz der unmittelbaren Nachbarschaft sich nur ausnahmsweise als durchführbar erwiesen hat und daß die Frage der oberen Grenze des deutschen Muschelkalkes in den Ostalpen auch heute noch strittig ist, wenngleich die Grenzen, innerhalb deren die Meinungen auseinandergehen, durch Tornquist's Funde nodoser Ceratiten zusammen mit alpinen Ammoniten der ladinischen Stufe bei Recoaro und auf Sardinien enger gezogen worden sind.[1]

Wir haben sowohl im nördlichen Zentraleuropa als entlang dem westlichen Ende des Mittelmeerbeckens in der Provence, auf der Iberischen Halbinsel und in Nordafrika während der Triasperiode je ein Depressionsgebiet anzunehmen, in welchem es zur Ablagerung eigenartiger, von der alpinen Entwicklung der Trias in der Tethys verschiedener Sedimente kam. Das eine dieser beiden Depressionsgebiete bezeichnen wir als jenes der Germanischen, das zweite als jenes der Iberisch-nordafrikanischen Binnenmeerentwicklung.

Die scharfe Dreiteilung der Triasformation im germanischen Becken, deren erste Kenntnis wir Werner, L. v. Buch und Alberti verdanken, verschwindet in den nördlichen Randgebieten (Großbritannien, Schonen). »Wenn jemand von England gegen Südosten zu den Alpen reist« — sagt E. Suess[2] — »geht er von einem Gebiete aus, in dem eine salzführende Serie von Sandstein und Ton, schwer zu gliedern, die Gesamtheit der Trias vertritt. Erst in den Horsten am Rhein schaltet sich der Muschelkalk ein und wird der germanische Typus der Trias erreicht.« Über die Genesis der Triasgesteine des germanischen Beckens — vom Muschelkalk abgesehen — gehen die Meinungen heute weiter als je auseinander. Dies gilt insbesondere für den Buntsandstein, mit Ausnahme des Röth.

Seit E. Fraas den Buntsandstein zuerst 1899 als eine Wüstenbildung des Festlandes erklärt hat, sind insbesondere E. Philippi, J. Walther und E. Kayser für seine subaerische Entstehung eingetreten, während Tornquist, Koken, Blanckenhorn, Deecke und andere ihn noch immer als eine Flachmeerbildung ansprechen.[3] Ähnliche Meinungsverschiedenheiten bestehen in bezug auf die Genesis des Keupers, an dessen Zusammensetzung neben bestimmt marinen, brackischen und lakustren Sedimenten auch Bildungen zweifelhafter Natur, wie die Dolomite, Mergel und Tone des mittleren Keupers beteiligt sind. Unter den Ansichten der Vertreter einer überwiegend subaerischen Entstehung eines großen Teiles der Triasablagerungen im germanischen Becken scheint mir jene Philippi's,[4] »daß sowohl die Sedimente des Buntsandsteins wie des Keupers als Verwitterungsprodukte paläozoischer Gebirge aufzufassen seien, welche durch fließendes Wasser aus den höher gelegenen, regenreichen Teilen der Kontinente in die tieferen, trockeneren geführt und dort subaerisch abgelagert wurden«, noch am ehesten der Erwägung wert. Gleichwohl möchte ich, mindestens für den Buntsandstein, der Ansicht von einer limnischen, beziehungsweise binnenmeerischen Entstehung den Vorzug geben.

---

[1] Vergl. insbes. Ahlburg: Die Trias im südlichen Oberschlesien. Abhandl. der Preuss. Geol. Landesanst., 1906, N. F., Heft 50, p. 118 ff.

[2] E. Suess: Das Antlitz der Erde, III/2, p. 349.

[3] Vergl. über diese Frage insbes. A. Tornquist: Die Binnenmeerfazies der Trias. Geol. Rundschau, III., 1912, p. 111—129.

[4] E. Philippi: Kontinentale Trias, Lethaea mes., I/1, 1903, p. 35.

Für die Verhältnisse im germanischen Triasbecken während der Keuperzeit hat Deecke[1] kürzlich einen beachtenswerten, neuen Gesichtspunkt in den Vordergrund gestellt, indem er, von der Abflußlosigkeit des Keuperbeckens ausgehend, die Verschiebungen des darin vorhandenen Meerwassers infolge Vergrößerung oder Verkleinerung des Beckens zur Erklärung der im deutschen Keuper beobachteten Erscheinungen heranzieht.

Das Meer, das das germanische Triasbecken mindestens zur Zeit des Röth und des Muschelkalkes dauernd erfüllte und im Grenzdolomit, Hauptdolomit und der rhätischen Stufe seine Sedimente wenigstens zeitweilig auf einem bereits trockengelegten Territorium neuerdings zur Ablagerung gebracht hat, war ein Binnenmeer, das mit der alpinen Region der Thetys nur an zwei Stellen — durch die Schlesische Pforte im Osten und durch die Straße von Grenoble über das Rhonetal im Westen — in direkter Verbindung stand. Seine der Tethys gegenüber verarmte, aber sehr individuenreiche Fauna weist auf Lebensverhältnisse hin, wie sie abgeschlossenen Binnenmeeren eigentümlich sind. Man darf dabei aber nicht allein an eine starke Aussüßung durch den Zufluß der fenoskandinavischen Gewässer denken, da die Ausbildung von Salzlagern im mittleren Muschelkalk Nord- und Süddeutschlands eher den Gedanken an einen höheren als den normalen Salzgehalt des Muschelkalkmeeres nahelegt. Frech hat aus der Fossilführung des schlesischen Muschelkalkes mit Recht den Schluß gezogen, daß für eine Einwanderung alpiner Typen in das deutsche Muschelkalkmeer in erster Linie eine Meeresstraße in den Karpathen zwischen Schlesien und Ungarn in Betracht kam.[2] »Es läßt sich nicht verkennen« — meint er — »daß die Fauna des deutschen Muschelkalkes in der alpinen Triasfauna wurzelt. Es scheinen sich aber sehr bald nach der Einwanderung in das deutsche Meer selbständige Arten gebildet und verfestigt zu haben, denn obgleich sehr viele Gattungen der deutschen und alpinen Trias gemeinsam sind, stimmen die Arten selten überein.«[3]

In den Beskiden und in der Tatra greift die germanische Triasentwicklung sogar in die alpine Geosynklinale ein. Der hochtatrischen Entwicklung mit ihren bunten Schiefern, Sandsteinbänken und dolomitischen Wacken fehlt jede Ähnlichkkeit mit der ostalpinen Ausbildung der Trias. Aber auch in der subtatrischen Entwicklung stimmt die Dreiteilung der triadischen Sedimente in Buntsandstein, Muschelkalkdolomit und Keupermergel besser mit jener in Oberschlesien überein und erst in der marinen Ausbildung der rhätischen Stufe (karpathische Fazies Suess), die in Oberschlesien überhaupt fehlt, macht sich ein auffallender Unterschied geltend.[4]

Die faunistische Sonderung des deutschen Muschelkalkes gegenüber den homotaxen Bildungen der alpinen Trias tritt am schärfsten in der Cephalopodenfauna hervor. Im oberen deutschen Muschelkalk tritt die Sippe des *Ceratites nodosus* alleinherrschend auf. Philippi hat 15 Arten innerhalb dieser Sippe unterschieden, als deren Wurzel er die alpine Gruppe des *Ceratites binodosus* Hau. ansieht.[5] Eine Spezies, *Ceratites Schmidi* Zimmermann[6], vertritt dieselbe noch im Grenzdolomit Thüringens, der wohl überhaupt nur eine vorübergehende Rekurrenz des Muschelkalkmeeres darstellt. So häufig die *Nodosus*-Gruppe im oberen deutschen Muschelkalk ist, so selten findet man einen versprengten Repräsentanten derselben in der alpinen Trias. Als solche dürfen genannt werden: 1. *Ceratites*

---

[1] W. Deecke: Die alpine Geosynklinale. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. XXXIII, 1912, p. 840.

[2] Die älteste Verbindung zwischen dem alpinen und dem deutschen Binnenmeer fällt nach Frech (Die Leitfossilien der Werfener Schichten etc. Paläontologie der Umgebung des Balatonsees, II., p. 49) in die Zeit des mittleren Buntsandsteins.

[3] Frech, in Philippi, Kontinentale Trias, l. c., p. 28.

[4] Vergl. V. Uhlig: Die Geologie des Tatragebirges. Denkschr. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, LXIV, 1897, p. 648—657.

[5] E. Philippi: Die Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes. Paläont. Abhandl. v. Dames u. Koken, N. F., IV, 1901, p. 95.

[6] E. Zimmermann: Über einen neuen Ceratiten aus dem Grenzdolomit Thüringens. Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges., XXXV., 1883, p. 382. — E. v. Mojsisovics: Randglossen zum Funde des ersten deutschen Keuperammoniten. Neues Jahrb für Mineralogie, 1884, I., p. 78. — E. Philippi: Ceratiten des oberen deutschen Muschelkalkes, l. c., p. 81.

Münsteri Dien.[1] aus einem unterladinischen Horizont von San Ulderico im Triasgebiet von Recoaro. 2. *Ceratites compressus* Sandberg. var. *romanica* Tornquist, aus mitteltriadischen Schichten unbestimmten Alters von Zibil in der Dobrudscha.[2] 3. und 4. Zwei nicht ganz sicher bestimmbare Wohnkammerbruchstücke, von denen das eine von Tornquist bei San Ulderico, das andere von D. Stur im schwarzen Kalk des Tintovo Vrh bei Ulmanka im oberen Grantal (Sohler Komitat)[3] gesammelt wurde.

Der Häufigkeit der *Nodosus*-Gruppe im oberen deutschen Muschelkalk steht die außerordentliche Seltenheit der Ammoniten im unteren Muschelkalk gegenüber. Dafür begegnen uns in diesem einige alpine Gattungen, die durchwegs auf die anisische Stufe hinweisen.

Die Ammonitenfauna des unteren deutschen Muschelkalkes umfaßt die folgenden Spezies:

Beneckeia Buchi Alb.
» *denticulata* Fritsch.
» *Wogauana* Meyer.
Beyrichites cognatus Wagner.
» *thuringus* Fritsch.
Acrochordiceras Damesi Noetl.
Arcestes s. l. sp. ind. Hohenstein.
Balatonites Ottonis Buch.
» *Beyrichi* Frech.
» *quaternonodatus* Rassm.
» *macer* Fritsch.
» *spinosus* Picard.
» *Zimmeri* Rassm.
Balatonites Zimmermanni Rassm.
» *Jovis* Arth.
» *egregius* Arth.
» *stenodiscus* Arth.
» *constrictus* Arth.
» *aff. trinodoso* Hau.
Ceratites antecedens Beyr.
Bulogites sondershusanus Picard.
Hungarites Strombecki Griepenk.
Judicarites Schmerbitzii Fritsch.
» *Stautei* Fritsch.
Ptychites dux Gieb.
» *Beyrichii* Fritsch.

Unter allen hier aufgezählten Gattungen ist nur *Beneckeia* Mojs., die zuerst im Röth auftritt, der alpinen Trias fremd, von Frech jedoch seither auch in der Trias von Südchina nachgewiesen worden. Direkt identisch mit alpinen Spezies sind wohl nur vier Arten der Gattung *Balatonites*.[4] Doch kann wohl auch bei keiner der übrigen ein Zweifel darüber bestehen, daß man es mit den nur wenig abgeänderten Nachkommen alpiner Einwanderer in das germanische Triasbecken zu tun hat, die nach Philippi's Meinung »im deutschen Muschelkalkmeer nie recht heimisch wurden und sich in ihm nicht weiter entwickelten«.[5]

Zu den Ammoniten des deutschen Muschelkalkes kommen noch die folgenden Vertreter der *Nautiloidea* hinzu:

Germanonautilus bidorsatus Schloth.
» *advena* Fritsch.
» *dolomiticus* Quenst.
» *nodosus* Quenst.
Germanonautilus spumosus Fritsch.
» *suevicus* Phil.
Pleuronautilus Stautei Fritsch.
Tumidonautilus pertumidus Arth.[6]

---

[1] Von Tornquist (Neue Beiträge zur Geol. und Paläontol. der Umgebung von Recoaro, Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges., L., 1898, p. 209 ff.) wurde die vizentinische Art mit einer von ihm als *C. subnodosus* Münst. bezeichneten Spezies des deutschen Muschelkalkes direkt identifiziert, von Philippi dagegen von der letzteren als *C. Tornquisti* (l. c., p. 43) unterschieden. Vergl. auch Centralbl. für Mineralogie, 1901, p. 391, 740 (Tornquist), 554 (Philippi).

[2] A. Tornquist: Bemerkungen über das Vorkommen von *Ceratites subnodosus* nov. var. *Romanica* in der Dobrudscha Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1900, I., p. 173. — Philippi, l. c., p. 48.

[3] D. Stur: Bericht über die geologische Aufnahme im oberen Waag- und Grantale. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanst., XVIII., 1868, p. 356.

[4] Unter den von Rassmuss (Die Parallelisierung des deutschen und alpinen Muschelkalkes, Monatsber. der Deutschen Geol. Ges., LXV., 1913, p. 235) aufgezählten sechs alpinen Arten sind zwei von G. v. Arthaber (Trias von Bithynien. Beitr. zur Paläont. und Geol. Österreich-Ungarns etc. XXVII., 1914, p. 128, 129) seither wieder eingezogen worden.

[5] E. Philippi, l. c., p. 8.

[6] Nach Rassmuss, l. c., p. 235.

Zu der an erster Stelle genannten Art, die bis in den Keuper hinaufgeht, gesellt sich im Grenzdolomit *Thuringionautilus jugatonodosus* Zimmerm. Nur eine dieser neun Arten wird von Rassmuss als mit einer solchen der alpinen Region identisch bezeichnet. Auffallend ist das vollständige Fehlen der in der letzteren so häufigen Gattung *Orthoceras*.

Die Ordnung der *Dibranchiata* ist im unteren Muschelkalk Mitteldeutschlands nur durch die von anderen Lokalitäten noch nicht bekannte Gattung *Campylosepia* Picard vertreten.[1]

Über die Beziehungen zwischen den Fischfaunen des deutschen und alpinen Triasmeeres hat Deecke[2] eine kurze Mitteilung gemacht, aus der hervorgeht, daß auch in diesem Falle der unmittelbar an der Pforte zum germanischen Binnenmeer gelegene untere Muschelkalk Oberschlesiens die zahlreichsten Typen birgt und in *Acrodus*, *Colobodus* und *Saurichthys* (= *Belenorhynchus*) mindestens drei mit der alpinen Trias gemeinsame Genera besitzt.

Die Beziehungen des deutschen Muschelkalkmeeres zur alpinen Tethys hat J. F. Pompeckj[3] an der Hand eines Vergleiches mit dem mitteleuropäischen Jurameer treffend charakterisiert. Trotz der sehr ähnlichen topographischen Konfiguration verhalten sich beide Binnenmeere zur Tethys auffallend verschieden. Vom Wellenkalk bis zum obersten Hauptmuschelkalk bleibt die Fauna gleichartig. Nichts erinnert an die Zonengliederung im Lias und Dogger. Die einzelnen Ceratitenspezies im oberen Muschelkalk spielen nirgends die Rolle von Leitfossilien für bestimmte stratigraphische Horizonte. »Wir sehen hier nicht die ruckweise einander ersetzenden differenten Faunen wie im Jura, sondern nur ein nach Faziesverhältnissen lokal anderes Verhältnis der Faunenkomponenten zu einander.«

Die faunistischen Beziehungen zwischen dem germanischen Binnenmeer und der alpinen Region gehen, strenge genommen, über den unteren Muschelkalk, der der *Trinodosus*-Zone entsprechen dürfte, kaum hinaus. Die Fauna der marinen Einschaltungen in der Lettenkohlengruppe hat nach den sorgfältigen Untersuchungen Zeller's,[4] entgegen den älteren Ansichten von Sandberger und Nies, keinen einzigen Vertreter in der alpinen Trias aufzuweisen. Den nächsten Anhaltspunkt für eine Parallelisierung bestimmter Horizonte des Keupers mit solchen der ostalpinen Trias gewährt erst wieder Koken's[5] Fund eines *Metopias*-Schädels in den Heiligenkreuzer Schichten des Abteitales. Auf Grund dieses Fundes kann man die Sandsteine von Heiligenkreuz und ihre Äquivalente: die eigentlichen Raibler Schichten im Profil von Raibl, die Carditaschichten Nordtirols und den Lunzer Sandstein Niederösterreichs beiläufig dem schwäbischen Schilfsandstein gleichstellen. Auch in den marinen Einschaltungen der Lehrbergstufe über dem Schilfsandstein ist nach Zeller ein schwacher Einschlag alpiner Elemente der julischen Unterstufe erkennbar, dagegen läßt sich die Parallele zwischen dem Steinmergelkeuper und dem alpinen Hauptdolomit paläontologisch noch nicht begründen.

Sichere Parallelen zwischen der deutschen und alpinen Trias bieten über der Lehrbergstufe erst wieder die schon 1856 durch Suess und Oppel festgestellten Äquivalente der Kössener Schichten in der rhätischen Stufe Schwabens. Die kurzlebige Transgression der rhätischen Stufe greift im germanischen Becken über die Grenzen des Muschelkalkmeeres ganz erheblich hinaus auf das östliche Irland, das westliche Schottland, einen großen Teil Englands, die Halbinsel Cotentin, den Rand des französischen Zentralplateaus, das südliche Schweden und die Insel Bornholm, fehlt jedoch in Oberschlesien. Ihre Sedimente besitzen im germanischen Becken im Gegensatz zur alpinen Region allenthalben einen litoralen Charakter. Sie zeigen gelegentlich eine Wechsellagerung mariner und pflanzenführender

---

[1] Picard: Über Cephalopoden aus dem unteren Muschelkalk von Sondershausen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., LI., 1899, p. 308.

[2] W. Deecke: Paläontologische Betrachtungen. IV. Über Fische. Neues Jahrb. f. Mineralog. etc., 1913, II., p. 85.

[3] J. F. Pompeckj: Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Stuttgart, 1914, p. 62.

[4] F. Zeller: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. Neues Jahrb. f. Mineralog., Beil. Bd. XXV, 1908, p. 119.

[5] E. Koken: Beiträge zur Kenntnis der Schichten von Heiligenkreuz. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., XVI., Heft 4, 1913.

Schichten (Schonen) und wiederholte Einschaltungen eines Beinbettes, die bis in den Lias hinaufreichen.[1]

Ein zweites Gebiet einer von der Tethys abgesonderten Binnenmeerentwicklung umfaßt die Iberisch-Nordafrikanische Triasprovinz. Ein Zusammenhang mit dem zentralen Mittelmeer der Triasperiode bestand einerseits über die Provence durch die Straße von Grenoble, anderseits im Westen von Sizilien, mit dem germanischen Triasbecken ebenfalls über die Provence durch das Rhonetal. Zeitweilig aber reichte die alpine Tethys durch das westliche Mittelmeer über die betische Cordillere bis zur Straße von Gibraltar und trat durch diese in Verbindung mit dem Poseidon, dem mesozoischen Vorläufer des heutigen Atlantischen Ozeans. Dann zerfiel die Iberisch-Nordafrikanische Triasprovinz in zwei durch das offene Triasmeer getrennte Häften einer Binnenmeerentwicklung.

Die Triasentwicklung in der Provence beginnt wahrscheinlich mit einer Transgression des oberen Muschelkalkes, der hier in gleicher Ausbildung wie in Lothringen und Schwaben erscheint und auch bezeichnende Cephalopoden des *Nodosus*-Horizonts (Ceratiten aus der Gruppe des *Ceratites nodosus* und *Germanonautilus bidorsatus*) enthält. Bunte Mergel, Dolomite, Gipse und Rauchwacken vertreten den Keuper.[2]

Der Iberisch-Nordafrikanischen Triasprovinz fallen der nordwestliche, zentrale und südliche Teil der Pyrenäischen Halbinsel, fast die ganzen Atlasländer Nordafrikas, die Balearen und Sardinien zu.

Über die Entwicklung der Trias auf Sardinien haben uns insbesondere die Untersuchungen Tornquist's[3] wichtige Aufschlüsse gebracht. Die Triasablagerungen erscheinen hier fast ausschließlich in der außeralpinen Binnenmeerfazies und sind auf den nordwestlichen Teil der Insel beschränkt. Die drei Hauptabteilungen der germanischen Trias lassen sich auch hier, insbesondere im Gebiet der Nurra, wieder erkennen. Im Muschelkalk liegt über den Bänken mit nodosen Ceratiten im Profil von Alghero eine Bank, die neben *Ceratites Münsteri*, der der vizentinischen und germanischen Trias gemeinsamen Form dieser Gruppe, auch einen alpinen Ammoniten der ladinischen Stufe, *Protrachyceras longobardicum* Mojs., enthält. Auch die oberste Trias verrät einen alpinen Einschlag in dem Auftreten von Dolomitbänken, die an den Hauptdolomit erinnern und in der pelagischen Ausbildung der rhätischen Stufe (Lithodendronkalke).

Die älteren Angaben von Nolan[4] über die Trias der Balearen sind durch die neuen Untersuchungen Tornquist's überholt worden.[5] Über einem Buntsandstein von sehr großer Mächtigkeit (500 *m*) folgt der Muschelkalk, in dessen obere Abteilung mit *Daonella franconica* Sandb. ein alpiner Ammonitenhorizont ladinischen Alters (*Protrachyceras Curionii* Mojs., *Protrachyceras Villanovae* d'Arch.) sich einschaltet, darüber Zellendolomit und typischer Keupermergel. Den Abschluß bilden brecciöse, den spanischen Carniolas entsprechende Dolomite.

Auch in die Binnenmeerfazies der Balearischen Inseln greift somit nur in einem einzigen Horizont die alpine Tethys ein. Die aus neun Arten bestehende Ammonitenfauna (aus den Aufsammlungen Hermite's im Jahre 1878) läßt leider nur sehr wenige spezifische Bestimmungen zu. Immerhin ist ihre Gleichaltrigkeit mit den Buchensteiner Schichten der Südalpen überaus wahrscheinlich.[6]

---

[1] Nach Koken (Neues Jahrb. f. Mineralog., 1908, I., Ref. p. 411) stammen die bekannten Säugetierzähnchen der schwäbischen Kloake aus einem Beinbett des Lias.

[2] J. Repelin: Sur le Trias des environs de Rougiers etc. Bull. Soc. géol. de France, 3. sér., T. XXVII, 1899, p. 311–317.

[3] A. Tornquist: Die Gliederung und Fossilführung der außeralpinen Trias auf Sardinien. Sitzungsber. der königl. Preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin, XXXVIII., 1904, p. 1098–1117.

[4] H. Nolan: Note sur le Trias de Minorque et de Majorque. Bull. Soc. géol. de France, 3. sér., T. XV, 1887, p. 593.

[5] A. Tornquist: Über die außeralpine Trias auf den Balearen und in Catalonien. Sitzungsber. der königl. Preuss. Akad. der Wissensch., Berlin, XXXVI., 1909, p. 902–918.

[6] E. v. Mojsisovics: Über Ammoniten führende Kalke unternorischen Alters auf den Balearischen Inseln. Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., 1887, p. 327.

Mit der Trias der iberischen Halbinsel haben uns in den letzten Jahren insbesondere die Arbeiten von R. Ewald[1] und A. Wurm[2] vertraut gemacht. Die Triasentwicklung weicht von jener im germanischen Becken in manchen Punkten ab. Die wichtigsten Unterschiede sind: Eine geringere Einheitlichkeit in der Ausbildung, die Verknüpfung des Keupers mit diabasischen Eruptivgesteinen (Ophiten), das Auftreten des dolomitischen Horizonts der Carniolas über dem eigentlichen Keuper, die wohl dem alpinen Hauptdolomit mit Einschluß der rhätischen Stufe entsprechen.

Ammonitenfaunen sind aus drei Horizonten der Mitteltrias Spaniens bekannt: Die Fauna des unteren Muschelkalkes von Olesa (Provinz Barcelona), die *Nodosus*-Fauna des oberen Muschelkalkes (*Germanonautilus bidorsatus* von Hombrados, *Ceratites nodosus* von Soria), die ladinische Fauna von Mora de Ebro bei Tarragona.

Über die Fauna von Olesa liegen nur die vorläufigen Mitteilungen ihres Entdeckers Bofill vor, doch scheint sie ein durchaus außeralpines Gepräge zu besitzen.[3] Unter den zahlreichen, meist kleinen Ceratiten steht eine Art dem *Ceratites antecedens* Beyr. aus dem deutschen Wellenkalk sehr nahe. Die Fauna der *Trachyceras*-Schichten von Mora de Ebro ist kürzlich von Wurm[4] monographisch bearbeitet worden. Ihr rein alpiner Charakter ist unverkennbar. Sie setzt sich durchwegs aus Arten zusammen, die sonst im Bereich der Iberisch-Nordafrikanischen Triasprovinz nicht heimisch sind. Unter den sechs spezifisch bestimmbaren Ammoniten, die sämtlich auch als autochthone Formen zu gelten haben, ist eine (*Protrachyceras Villanovae* D'Arch.) mit der ladinischen Cephalopodenfauna der Balearen gemeinsam. Es ist somit kaum zu bezweifeln, daß die Invasion alpiner Typen in das Gebiet des spanischen Binnenmeeres gleichzeitig während der ladinischen Epoche über die Ebromündung und Minorca bis Sardinien erfolgt ist. Ob ein solcher ladinischer Faunenschwarm auch durch die angeblichen Halobienkalke von Almansa in der Provinz Albacete angedeutet wird, bleibt vorläufig unsicher.

Eine scharfe Scheide zwischen zwei verschiedenen Ausbildungen der Trias geht nach Bertrand und Kilian[5] durch die Sierra Nevada. Auf der Nordseite herrscht die iberische Binnenentwicklung, auf der Südseite die als »Betische Fazies« bezeichnete marine Entwicklung der Obertrias, die hier durch den 500 *m* mächtigen Kalk- und Dolomitkomplex der Lentegistufe repräsentiert wird. Er enthält in der Sierra Almijara Bänke von Megalodonten. Man darf in ihm eine Vertretung des alpinen Hauptdolomits und der rhätischen Stufe in einer von der Binnenmeerentwicklung der Iberisch-Nordafrikanischen Provinz wesentlich abweichenden Fazies erblicken. Die blauen Kalke von Gador im Liegenden der Lentegistufe mit ihren vereinzelten Gipslinsen sind allerdings noch ein Schichtglied von mehr germanischem als alpinem Typus. Ob man mit Bertrand und Kilian die betische Entwicklung der subbetischen unvermittelt gegenüberstellt oder mit Wurm einen allmählichen Übergang der Lentegistufe in die spanischen Carniolas für wahrscheinlicher hält, auf keinen Fall kann die Tatsache bestritten werden, daß an der Südabdachung der betischen Cordillere zur Zeit der Obertrias eine rein marine, zum Teil aus »katharischen« Kalken im Sinne Salomon's bestehende Fazies an Stelle der Keuperentwicklung Platz gegriffen hat, so daß wir für diese Epoche den Beweis einer Ausbreitung der alpinen Tethys bis in das Gebiet der Provinz Granada erbringen können.

---

[1] R. Ewald: Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias in der Provinz Valencia. Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellsch., LXIII., 1911, p. 372—417.

[2] A. Wurm: Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias von Arragonien. Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges., LXIII., 1911, p. 37—175. — Beiträge zur Kenntnis der Iberisch-Balearischen Triasprovinz. Verhandl. des Naturhist. Mediz. Ver. in Heidelberg, N. F., XII., 1913, p. 477—594.

[3] Bofill: Sur le Trias à *Ceratites* et sur le Trias de la gare d'Olesa. Bull. Soc. géol. de France, 3. sér., T. XXVI, 1898, p. 826—829.

[4] A. Wurm: Beiträge zur Kenntnis der Iberisch-Balearischen Triasprovinz, l. c., p. 563—594.

[5] M. Bertrand et W. Kilian: Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenada et de Malaga. Mission d'Andalousie, Paris, 1889, p. 394.

Ungleich dürftiger als auf der Iberischen Halbinsel ist die Vertretung der Binnenmeerfazies der Trias in den Atlasländern Nordafrikas. Die Trias besteht hier aus bunten Mergeln mit Gips, Anhydrit und Salz, ferner aus Rauchwacken und plattigen Sandsteinen, die in den Provinzen Constantine (insbesondere am Djebel Chettabah)[1] und Oran,[2] ferner im zentralen Tunis[3] Bivalven des provenzalischen Muschelkalkes geliefert haben. Auch in der Trias Nordafrikas sind ophitische Durchbruchsgesteine ständige Begleiter der bunten Keupermergel. Die außerordentlich komplizierten Lagerungsverhältnisse lassen in den Atlasländern eine Gliederung der lagunären Trias nicht zu. Nur im südlichsten Tunis konnte Joly[4] eine solche in drei den Hauptabschnitten der germanischen Trias entsprechende Glieder feststellen. L. Pervinquière[5] hat in dieser dem afrikanischen Festland des Mesozoikums unmittelbar benachbarten Region eine verhältnismäßig reiche Lamellibranchiatenfauna des Muschelkalkes nachgewiesen. Als Liegendes der Trias erscheint im südlichen Tunis ein permischer Sandstein, als Hangendes im Kef el Golea mariner Lias aufgeschlossen.[6]

Die roten Gips und Salz führenden Keupertone in Verbindung mit Ophiten sind von Brives[7] und Lemoine[8] auch an zahlreichen Stellen in Marokko angetroffen worden. Auf dem Hochplateau von Mzamza und Mzab in der Schauîah stellen sich im Hangenden der roten Keupertone, die hier horizontal auf einem gefalteten paläozoischen Grundgebirge auflagern, Kalkbänke mit Brachiopoden und Bivalven der rhätischen Stufe ein, die nach Gentil[9] die nächsten Beziehungen zur alpinen Rhätfauna der Kalke von Azzarola zeigen.

Während die deutsche Trias durch den Vindelizischen Rücken auf eine sehr lange Strecke von der alpinen Tethys geschieden war, liegen für die Annahme einer Trennung der lagunären Trias Nordafrikas von der marinen Trias Siziliens durch einen ähnlichen Inselrücken keinerlei Anhaltspunkte vor. Für die Ursache der Differenzierung dieser beiden einander so schroff gegenüberstehenden Entwicklungen müssen wir an topographische Verhältnisse anderer Art denken.

C. Das südöstliche Mittelmeerbecken.

Die mediterranen Triasbildungen des südöstlichen Mittelmeerbeckens schließen sich an die alpine Trias enge an. Wohl mag man versuchen, die Ausbildung der einen oder anderen Stufe an einer bestimmten Lokalität als den Typus einer besonderen, der Kimmero-Kaukasischen Juraprovinz analogen zoogeographischen Region herauszugreifen, aber stets setzt sich dann die mit alpinen Verhältnissen übereinstimmende Entwicklung der übrigen Triasstufen an derselben Lokalität oder in deren Nachbarschaft einem solchen Versuche entgegen.

Ein bezeichnendes Beispiel bietet uns die Untertrias von Albanien.

Durch die geologischen Aufnahmen von Vetters und Baron F. Nopcsa wissen wir, daß die Entwicklung der marinen Trias in Süddalmatien und Montenegro mit kaum veränderten Merkmalen in Nordalbanien fortsetzt. Dieselbe einförmige Ausbildung des Werfener Niveaus, die reiche fazielle

---

[1] M. Bertrand: Sur le Trias du Djebel Chettabah. Bull. Soc. géol. de France, 3. sér., T. XXIV, 1896, p. 1184. — J. Blayac et L. Gentil: Le Trias dans la région de Souk Ahras. Ibidem, T. XXV, 1897, p. 523, 547. — J. Blayac: Le Trias dans la région de Clairefontaine au Sud de Souk Ahras. Ibidem, sér. 4, T. VII, 1907, p. 272.

[2] Flamand: Recherches géograph. et géol. sur le haut pays de l'Oranie et sur le Sahara. Lyon, 1912, p. 363.

[3] L. Pervinquière: Etudes géologiques de la Tunisie centrale. Paris, 1903, p. 19.

[4] Joly: Extension du Trias dans le Sud de la Tunisie: Comptes-Rendus Acad. sci. Paris, CXLV., p. 143—146.

[5] L. Pervinquière: Sur la géologie de l'extrême Sud Tunisien et de la Tripolitaine. Bull. Soc. géol. de France, 4. ser., T. XII, 1912, p. 143—193.

[6] L. Gentil: Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de Tafna. Alger, Jourdan, 1902, p. 115.

[7] A. Brives et A. Braly: Sur la constitution de la plaine de Marrakech et du plateau des Rehamna. Bull. Soc. géol. de France, 4. sér., T. VI, 1906, p. 56—66.

[8] P. Lemoine: Mission dans le Maroc occidental, automne 1904. Rapport au Comité du Maroc. Paris, 1905, p. 143.

[9] L. Gentil: Note sur la géologie du Maroc. Bull. Soc. géol. de France, 4. sér., T. IX, 1909, p. 222, 223.

Differenzierung der anisischen Stufe, dasselbe Auftreten eruptiver Decken in der ladinischen Stufe wie in Süddalmatien. Darüber ein karnischer fossilführender Horizont, vergleichbar den Raibler Schichten in Krain, endlich mächtige Megalodontenkalke der norischen und rhätischen Stufe.

Innerhalb dieses Gebietes einer uns aus G. v. Bukowski's Triasprofilen Süddalmatiens wohl vertrauten Triasentwicklung tauchen aus einer Decke jurassischer Eruptivgesteine in der Mrdita mehrere isolierte Antiklinalen von Hornsteinschichten, Jaspisschiefern und roten Kalken auf, die bei Kčira in einer kaum einen Meter mächtigen Kalkbank eine der merkwürdigsten Mediterranfaunen geliefert haben.

Das von Baron F. Nopcsa gesammelte reiche Fossilmaterial ist von G. v. Arthaber[1] monographisch bearbeitet worden. Auf den Ergebnissen seiner sorgfältigen Untersuchungen, von denen ich nur in einzelnen untergeordneten Punkten abzuweichen Veranlassung habe, beruht die nachfolgende Darstellung.

Die Fauna von Kčira besteht ausschließlich aus Cephalopoden. Sie gehört der Oberabteilung der skythischen Stufe an. Alpine Elemente sind in ihr nur sehr spärlich vertreten. Sie reduzieren sich auf drei Arten der Gattung *Tirolites*, nämlich:

Tirolites illyricus Mojs.,
» *rectangularis* Mojs.,
» *seminudus* Mojs.

Immerhin sind sie ein wichtiger Bestandteil der Fauna von Kčira, in der sie das eigentlich mediterrane Element repräsentieren, da ja das Genus *Tirolites* die charakteristischeste Leitform des Mediterranen Reiches unter den Ammoniten der skythischen Epoche darstellt.

Erheblich stärker vertreten sind jene Faunenelemente, die auf das Himamalayische Reich hinweisen, den alpinen Werfener Schichten hingegen fremd sind. Zu ihnen zählen die Gattungen: *Pseudosageceras* Dien., *Hedenstroemia* Waag., *Proptychites* Waag., *Xenodiscus* Waag., *Xenaspis* Waag., *Ophiceras* Griesb., *Sibirites* Mojs. Auch das häufige Auftreten der in den Campiler Schichten überaus seltenen Gattung *Meekoceras* Hyatt (mit Einschluß des Subgenus *Aspidites* Waag.) ist hier zu erwähnen. Unter 62 Ammonitenspezies können im ganzen 21 zu denjenigen gerechnet werden, die einen himamalayischen Einschlag in der Fauna von Kčira markieren. Viel geringer ist allerdings die Zahl der mit den skythischen, beziehungsweise unteranisischen Spezies des Himalaya und der Salt Range identischen Formen. Als solche dürfen meines Erachtens gelten:[2]

Nannites Herberti Dien.,
Monophyllites Pitamaha Dien.,
» *Kingi* Dien.,
» *Hara* Dien.,
Ophiceras cf. *Sakuntala* Dien.,
Sibirites cf. *dichotomus* Waag.,
Meekoceras radiosum Waag.

---

[1] G. v. Arthaber: Über die Entdeckung von Untertrias in Albanien und ihre faunistische Bewertung. Mitteilungen der Geol. Ges. in Wien, I., 1908, p. 245—289. — Die Trias von Albanien. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns etc. XXIV., 1911, p. 169—276.

[2] *Japonites Sugriva* Arthaber (l. c., p. 231, Taf. XX, Fig. 4) ist von *J. Sugriva* Dien. durch den Verlauf der Suturlinie unterschieden und wohl besser mit einem neuen Speziesnamen, *J. Arthaberi nob.*, zu belegen. *Ophiceras Nangaense* Arth. dürfte von *Gyronites Nangaensis* Waag. wohl zu trennen sein. *Proptychites obliqueplicatus* Waagen ist auf ein so ungenügend erhaltenes Fragment begründet, daß es für einen Vergleich mit der albanischen Art nur mit sehr großer Reserve herangezogen werden darf. Die von G. v. Arthaber mit *Proptychites latifimbrialus* Kon. identifizierte Art zeigt in der Lobenlinie bemerkenswerte Unterschiede durch eine abweichende Ausbildung der Sättel. Zu *Proptychites* möchte ich auch *Meekoceras Mahomedis* Arth. stellen, dessen Lobenlinie mit jener der albanischen Proptychiten übereinstimmt. Die mit *Styrites lilangensis* Dien. identifizierten Stücke erscheinen mir zu indifferent, um ihre Bestimmung mit Sicherheit vorzunehmen.

Die überwiegende Mehrzahl der Ammoniten von Kčira besitzt ein stark akzentuiertes lokales Gepräge, das sich nicht nur in der großen Menge autochthoner Arten (50) — mindestens 80% der Ammonitenfauna — sondern auch in dem Auftreten von nicht weniger als neun autochthonen Gattungen, wie:

Beatites Arth. (1 Spezies),
Procarnites Arth. (3 Spezies),
Dagnoceras Arth. (6 Spezies),
Protropites Arth. (1 Spezies),
Prenkites Arth. (1 Spezies),
Columbites Hyatt et Smith (4 Spezies),
Arianites Arth. (1 Spezies),
Paragoceras Arth. (1 Spezies),
Epiceltites Arth. (1 Spezies)

ausspricht.[1] Zu diesen autochthonen Gattungen rechne ich auch *Columbites*, der zuerst aus der Untertrias von Idaho von Hyatt und Smith beschrieben wurde, aber in Albanien vielleicht schon etwas früher (mit den bezeichnenden Tiroliten des Campiler Niveaus zusammen) und jedenfalls in viel größerer Formenfülle als in Nordamerika auftritt. Sonst findet sich von andinen Gattungen der skythischen Stufe *Paranannites* Hyatt et Smith, von borealen der nordsibirische *Prosphingites* Mojs. in der Fauna von Kčira durch je eine Art repräsentiert.

Das zweite Hauptmerkmal der untertriadischen Fauna von Kčira, die auffallend starke Lokalfärbung, überwiegt also an Bedeutung noch das erste, den unerwartet kräftigen Einschlag himamalayischer Elemente. Es wäre unrichtig, wollte man in dem Vorkommen von Kčira eine himamalayische Kolonie inmitten einer mediterranen Umgebung sehen. Auch die Fauna von Kčira ist insoferne eine echte Mediterranfauna, als sie zum weitaus größten Teil aus Elementen besteht, die auf die albanische Mrdita — einen Bestandteil des Mediterranen Reiches — beschränkt sind. Aber sie ist keine Campiler Fauna, sondern eine Hallstätter Fauna. Sie steht der ersteren ebenso ferne, als etwa die *Aonoides*-Fauna des Feuerkogels bei Aussee jener des Bleiberger Muschelmarmors oder der *Cardita*-Schichten Nordtirols oder der Raibler Schichten der Südalpen, die doch alle nur verschiedene Fazies eines und desselben geologischen Horizonts sind.

Kčira ist die einzige Stelle im Mediterranen Reich, wo wir bis heute die skythische Stufe in der Hallstätter Entwicklung kennen. In dieser Entwicklung jedoch sind die faunistischen Beziehungen der beiden Reiche, in die wir die Tethys zerlegen, zu allen Zeiten der Triasperiode wesentlich enger gewesen als in irgend einer anderen Ausbildung dieser Formation. Die nahen faunistischen Beziehungen zwischen der Untertrias von Kčira und den ostindischen Hedenstroemia beds sind nur ein Gegenstück zu jenen, die während der karnischen Epoche zwischen den *Aonoides*-, beziehungsweise den *Subbullatus*-Schichten des Salzkammergutes und den tibetanischen Klippenkalken von Malla Johar bestanden, oder zu jenen zwischen den nordalpinen und den timoresischen Hallstätter Kalken der norischen und karnischen Stufe.

Wer aus dem Auftreten der eigenartigen, von der normalen Campiler Fauna so sehr abweichenden Ammonitenfauna von Kčira den Schluß ziehen wollte, daß wir in der Mrdita die Grenze einer neuen, von der alpinen Provinz gesonderten zoogeographischen Region überschritten haben, der würde durch einen Vergleich der anisischen Cephalopodenfauna von Gimaj in Nordalbanien mit jener des alpinen *Trinodosus*-Niveaus sofort eines besseren belehrt werden. Mit Recht sagt G. v. Arthaber (l. c., p. 270) von der Fauna von Gimaj: »Wenn wir nach den Ergebnissen der Besprechung der untertriadischen

[1] Das Auftreten der Gattung *Pronorites* Mojs. in Albanien vermag ich nicht anzuerkennen. Die von G. v. Arthaber zu dieser Gattung gestellten drei Spezies gehören zu *Norites* Mojs., mit dem sie in der Zahl der Lateralloben und in der Zähnelung des Lobengrundes übereinstimmen. Nur für *Pronorites arbanus* könnte mit Rücksicht auf die außerordentliche Ähnlichkeit der Skulptur auch die Zugehörigkeit zu *Sibirites* Mojs. in Betracht kommen.

Fauna (von Kčira) auch für die mitteltriadische einen besonderen, vielleicht asiatischen Einschlag in der Cephalopodenfauna erwarten, sind wir vollkommen enttäuscht, denn von irgendwelchen aparten Elementen der Himalaya- oder Ismider Fauna fehlt jede Spur.... in dieser Normalfauna, die daher in schneidendem Gegensatze zur untertriadischen und deren Anschluß an die asiatische Entwicklung steht«.

Diese Tatsachen widersprechen der Annahme einer tiergeographischen Grenze in der Mrdita während der skythischen Epoche und nötigen dazu, die ersichtlichen Unterschiede zwischen der isolierten Fauna von Kčira und jener der Campiler Schichten in erster Linie auf Faziesdifferenzen zurückzuführen. Die sonst nirgends aus der skythischen Stufe bekannte Hallstätter Entwicklung bringt bei Kčira auch eine eigenartige, der himamalayischen näherstehende Cephalopodenfauna zum Vorschein.

Das Gewicht dieser gegen die Aufstellung einer besonderen zoogeographischen Provinz für das Ablagerungsgebiet der albanischen Untertrias sprechenden Tatsachen wird noch verstärkt durch die faunistischen Verhältnisse der hellenischen Trias, die in der Hallstätter Entwicklung von der *Trinodosus*- bis zur *Aonoides*-Zone ein typisch alpines Gepräge aufweist.

Eines der reichsten triadischen Faunengebiete innerhalb des Mediterranen Reiches ist uns in den letzten zehn Jahren durch C. Renz auf dem griechischen Festland und einzelnen Inseln des Archipels erschlossen worden. Die wichtigsten Cephalopodenfaunen, die Mittel- und Obertrias bis in die julische Unterstufe hinauf umfassend, verteilen sich auf die drei Fundorte: Hagios Andreas, Epidauros und Hydra.

Bei Hagios Andreas enthalten kieselige Kalke in einzelnen Lagen und Nestern die Fauna der julischen *Ellipticus*-Schichten des Salzkammergutes. Auf der Insel Hydra sind die Bulogkalke des *Trinodosus*-Niveaus entwickelt. Bei Epidauros ist von Renz in roten Hallstätter Kalken eine Aufeinanderfolge von mehreren Ammonitenzonen beobachtet worden, unter denen insbesondere jene des *Ceratites trinodosus* (mit 35 Spezies), des *Protrachyceras Archelaus* (mit 25 Spezies) und des *Trachyceras Aonoides* (mit 33 Spezies) in ausgezeichneter Weise vertreten sind, während für eine Vertretuug der Zonen des *Protrachyceras Curionii* und des *Trachyceras Aon* nur dürftige, jedoch ausreichende Anhaltspunkte vorliegen.[1]

Die Trias der Argolis zeigt eine rein alpine Ausbildung, sowohl in ihrer Fazies als Fauna. Wie in den alpinen Hallstätter Kalken herrschen, insbesondere bei Epidauros, auch hier die glattschaligen *Arcestoidea* vor. Sehr gering ist die Zahl autochthoner, der alpinen Trias fremder Elemente. Ich zähle an solchen in der anisischen Stufe nur drei (*Syringoceras Renzi* Frech, *Gymnites Agamemnonis* Frech, *Sturia Mohamedi* Toula) unter 45, in der karnischen Stufe 8 (*Asklepioceras Helenae* Renz, *Dinarites Electrae* Renz, *Joannites loxohelix* Frech, *J. Stefanescui* Kittl, *Psilolobites argolicus* Renz, *Romanites Simionescui* Kittl, *Sirenites Aesculapii* Frech, *Orestites Frechi* Renz) mit nur einer spezifischen Gattung, *Orestites* Renz, unter 56, in der ladinischen Stufe keines unter 28 Cephalopodenarten.[2]

Dieser Mangel eines Lokalkolorits spricht mit aller Bestimmtheit zu Gunsten einer Vereinigung der hellenischen und alpinen Trias in einer einheitlichen zoogeographischen Provinz. Er zeigt uns, daß mindestens von der anisischen Stufe bis zur Unterkante der Subbullatus Schichten hinauf die klimatischen und Lebensverhältnisse in Griechenland und in den Alpen sehr gleichmäßig gewesen sein müssen. Er ist zugleich ein starker Einwand gegen eine zu hohe Bewertung der eigentümlichen Untertrias Albaniens als Beweis für eine von der alpinen faunistisch gesonderte zoogeographische Region.

---

[1] Über die Cephalopodenfaunen der hellenischen Trias vergl. insbes.: F. Frech: Die Hallstätter Kalke bei Epidauros und ihre Cephalopoden. N. Jahrb. f. Min., Festbd., 1907, p. 1—33. — F. Frech und C. Renz: Neue Triasfunde auf Hydra und in der Argolis. Ibidem, Beilageband XXV, 1908, p. 443. — C. Renz: Trias und Jura in der Argolis. Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges., LVIII., 1906, p. 379—388. — Stratigraphische Untersuchungen im griechischen Mesozoikum und Paläozoikum. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanst., LX., 1910, p. 421. — Die mesozoischen Faunen Griechenlands. I. Die triadischen Faunen der Argolis. Palaeontographica, LVIII., 1910.

[2] Die neuen Varietäten nicht eingerechnet.

Außerdem kennt man durch Renz das Vorkommen von Halobien- und Daonellenschichten der karnischen Stufe mit durchwegs alpinen Arten an vielen Stellen im westlichen Griechenland (Olonos, Messenien, Aetolien, Tsumerka-Gebirge). Die norische Stufe ist auf Hydra, Euboea und in der Argolis durch Megalodonten- und Korallenkalke vertreten, die in ihrer Entwicklung die größte Ähnlichkeit mit dem Dachsteinkalk der Ostalpen und der Ungarischen Mittelgebirge aufweisen. Der Mittel- und Obertrias gehören die Diploporenkalke von Korfu, Kreta und Attika an. Auf Chios hat Philippson die anisische Stufe in der Fazies der Bulogkalke, auf Kos Frech die Korallenfauna der obernorischen Zlambachschichten nachgewiesen. Alle diese Vorkommen passen trefflich in das mannigfaltige Bild der alpinen Entwicklung der tethyischen Trias.

Die hellenische Triasentwicklung scheint sich von Kreta und Kos in das südliche Kleinasien im Gebirgsbogen des Taurus fortzusetzen, doch sind versteinerungsreiche Triasbildungen aus dieser Region bisher noch nicht bekannt.[1]

Die nächsten sicheren Spuren einer Ausbreitung der Tethys im Gebiete des östlichen Mittelmeeres erscheinen im nordwestlichen Kleinasien an den Küsten von Bithynien und Mysien.

Die ersten Nachrichten über ein Vorkommen der marinen Trias in Bithynien am Golf von Ismid stammen von F. Toula,[2] der im Jahre 1896 eine reiche Muschelkalkfauna der anisischen Stufe bei Diliskelessi entdeckte. Ein wenig später erfolgte die Feststellung des Werfener Niveaus bei Gebseh[3] und der ladinischen Stufe mit *Protrachyceras anatolicum* durch denselben Forscher.[4] Im Jahre 1914 hat G. v. Arthaber[5] ein sehr reiches, von Endriss bei Diliskelessi, Tepeköi und Tscherkessli gesammeltes Triasmaterial monographisch bearbeitet und zu den bereits bekannten Triasstufen noch die karnische hinzugefügt.

Die Triasschichten treten in Bithynien zwischen dem Marmara- und dem Schwarzen Meer nicht in geschlossener Verbreitung, sondern in einzelnen beschränkten Aufschlüssen unter der jüngeren Decke der Oberkreide und der Diluvialschotter hervor. Faunistisch vertreten sind die folgenden Triasstufen:

1. Werfener Schichten bei Gebseh. Sie liegen nach Toula diskordant auf Verrucano und enthalten in ihrer oberen kalkigen Abteilung die bezeichnende Bivalvenfauna des Campiler Niveaus.

2. Anisische Stufe. Bei Diliskelessi Crinoidenkalke, darüber hornsteinreiche Mergelkalke mit der *Trinodosus*-Fauna. Auch wenn man mit G. v. Arthaber die Zahl der von Toula aufgestellten Arten wesentlich einschränkt, bleibt noch immer ein sehr starker Einschlag von lokalen Elementen in diesem Niveau übrig. Neben 16 mediterranen Elementen finden sich 14, die auf den anatolischen Muschelkalk beschränkt sind, darunter einige für diesen Horizont bezeichnende Arten der Genera *Beyrichites, Hungarites, Acrochordiceras* u. a. Außerdem gibt sich ein mäßiger indischer Einschlag in dem Auftreten von *Hollandites* Dien., *Smithoceras* Dien. und *Acrochordiceras Balarama* Dien. zu erkennen. Doch ist er kaum auffallender als auch sonst in der anisischen Stufe der Ostalpen.

3. Ladinische Stufe. Graugrüne Mergelkalke mit Hornsteinschnüren, die bei Tepeköi und Tscherkessli bis in die karnische Stufe hinaufreichen. Die fossilarmen Äquivalente der Buchensteiner Schichten sind durch wenige *Daonella*-Arten — darunter die himamalayische *Daonella indica* Bittn. neben *D. Taramellii* Mojs. — charakterisiert. Die Wengener Schichten dagegen sind, wie der Muschelkalk,

---

[1] Herrn Dr. H. Vetters verdanke ich die Mitteilung über eine Entdeckung obertriadischer Halobienkalke in der Kalk- und Tufformation der Amanusketten, einen halben Tagritt nördlich von Latakieh in Nordsyrien.

[2] F. Toula: Eine Muschelkalkfauna am Golfe von Ismid in Kleinasien. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns etc. X., 1896, p. 153—191.

[3] F. Toula: Eine geologische Reise nach Kleinasien. Neues Jahrb. f. Min., 1899, I., p. 65.

[4] F. Toula: Über *Protrachyceras anatolicum*, ein neues Triasfossil vom Golfe von Ismid. Neues Jahrb. für Min., 1898, I., p. 26—34.

[5] G. v. Arthaber: Die Trias von Bithynien. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns etc., XXVII., 1914, p. 85—206.

eine Cephalopodenfazies. Neben sechs alpinen Ammonitenarten (darunter *Protrachyceras Archelaus* Lbe.) finden sich nur zwei spezifisch anatolische Arten. Unter den Bivalven erscheint das Leitfossil der Wengener Schiefer, *Daonella Lommeli* Wissm.

4. Karnische Stufe. Das Niveau von St. Cassian ist ungenügend charakterisiert, hingegen das *Aonoides*-Niveau der julischen Unterstufe durch neun mediterrane Arten bezeichnet, zu denen noch fünf spezifisch anatolische hinzutreten. Das Genus *Romanites* Kittl ist hier, wie in der Argolis und Dobrudscha, durch eine diesen drei Bezirken gemeinsame Spezies (*R. Simionescui* Kittl) repräsentiert.

Die bithynischen Triasprofile schließen mit der julischen Unterstufe nach oben ab. Weder die *Subbullatus*-Fauna, noch ein Äquivalent des Hauptdolomits, beziehungsweise des Dachsteinkalkes, sind bisher aus diesem Gebiete bekannt geworden.

Trotz der starken Lokalfärbung der bithynischen Triasfauna, die in der anisischen Stufe ihren Höhepunkt erreicht, ist doch die Zahl spezifisch anatolischer Ammonitengattungen außerordentlich gering. Sie reduziert sich auf *Ismidites* Arth., dessen stratigraphisches Lager nicht mit Sicherheit festgestellt erscheint.

Unsere Erfahrungen über die Trias von Mysien sind seit der grundlegenden Arbeit G. v. Bukowski's[1] über die Umgebung von Balia Maaden nach keiner Richtung erweitert worden. Es handelt sich hier um lokal beschränkte, über oberkarbonischen Fusulinenkalken transgressiv auftretende, grobklastische Sedimente — Konglomerate, mürbe Sandsteine und sandige Kalke in der unteren, sandige Lehme und Schiefer mit Toneisensteinen in der oberen Abteilung — von obertriadischem Alter. Das Leitfossil der unteren Abteilung, deren versteinerungsreicher Horizont, ein sandiger, unreiner Kalk, nahe der Basis liegt, ist *Spiriferina Manzavinii* Bittn., jenes der oberen Abteilung *Pergamidia Eumenea* Bittn. A. Bittner,[2] der die Fauna von Balia Maaden bearbeitet hat, verweist beide Abteilungen in das gleiche stratigraphische Niveau, obwohl sie nur eine Bivalvenart, *Posidonomya Pergamena* Bittn., gemeinsam haben.

Keine zweite Fauna des Mediterranen Reiches zeigt ein auch nur annähernd so starkes Lokalgepräge wie diese. Wäre sie irgendwo in der Umrandung des Pazifischen Ozeans gefunden worden, so würde man kaum Bedenken tragen, ihr alle Merkmale einer besonderen zoogeographischen Provinz zuzuerkennen. Allerdings enthält sie meist Lamellibranchiaten und Brachiopoden, dagegen wenige Cephalopoden. Unter 17 Lamellibranchiatenspezies scheint nur eine einzige (*Gervilleia* cf. *caudata* Winkl.) mit einer alpinen übereinzustimmen. Die übrigen sind der mysischen Pelecypodenfauna ausschließlich eigentümlich, unter ihnen die an Häufigkeit obenanstehenden Gattungen *Pergamidia* Bittn. und *Mysidia* Bittn. Auch unter 12 Brachiopodenarten sind sieben in den Alpen noch nicht nachgewiesen worden. Wohl aber haben sich unter diesen sieben mysischen Spezies drei in der Obertrias des Kaukasus wiedergefunden. Die übrigen fünf mit alpinen direkt oder fast identischen Arten, nämlich:

Waldheimia cf. *austriaca* Zugm.,
Spiriferina Suessii Winkl.,
» cf. *Emmrichi* Schafh.
» *uncinata* Schafh.
Retzia sp. aff. *superba* Suess

weisen, Bittner's scharfsinnigen Darlegungen zufolge, sowohl auf die Kössener Schichten der rhätischen Stufe, als auf die etwas tiefer zu horizontierenden Schichten von Dernö in Oberungarn hin.

---

[1] G. v. Bukowski: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Balia Maaden im nordwestlichen Kleinasien (Mysien). Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., CI., 1892, p. 214—275.

[2] A. Bittner: Triaspetrefakten von Balia in Kleinasien. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanst., XLI., 1891, p. 97—116. — Neue Arten aus der Trias von Balia in Kleinasien. Ibidem, XLII., 1892, p. 77—89.

Dagegen zeigt die Cephalopodenfauna ein alpines Gepräge. Die von E. v. Mojsisovics[1] untersuchten Formen, die allerdings keine ganz sichere spezifische Bestimmung zulassen, weisen auf die norische Stufe hin. Auch der auffallende Mangel an alpinen Faunenelementen in der verhältnismäßig reichen Lamellibranchiatenfauna von Balia erscheint unter der Annahme eines obernorischen Alters leichter erklärlich, wenn wir uns vor Augen halten, daß aus der norischen Stufe der alpinen Trias Bivalven, mit Ausnahme der Aviculidengenera *Halobia* und *Monotis* — von einigen sehr dürftigen Resten in den obernorischen Zlambachschichten des Salzkammergutes abgesehen — so gut wie gar nicht bekannt sind. In einer alpinen Bivalvenfauna dieser Stufe könnten Lamellibranchiaten aus der nächsten Verwandtschaft der mysischen um so eher erwartet werden, als einzelne unter den Arten aus der Fauna von Balia, wie *Gonodon Manzavinii* Bittn. oder *Halobia Neumayri* Bittn.,[2] eher karnischen, beziehungsweise norischen Typen als rhätischen nahestehen.

Aus dem Balkan liegt gegenwärtig nach den Untersuchungen Toula's und seiner Schüler nur eine sehr dürftige und fossilarme Vertretung der marinen Trias (Werfener Schichten und Muschelkalk) vor. Dagegen ist eine sehr reiche Triasfauna von mediterranem Gepräge in der Dobrudscha durch die Arbeiten von Kittl und Simionescu bekannt geworden. Die stratigraphische Deutung der einzelnen Schichtgruppen ist durch deren geringe Mächtigkeit, die Isolierung der in einzelnen Kuppen aus der Lößdecke aufragenden Triasvorkommen und die komplizierten tektonischen Verhältnisse in dem Gebirgssporn von Matschin erschwert, insbesondere, so weit es sich um Ablagerungen der ladinischen und karnischen Stufe handelt.

Die Werfener Schichten zeigen echt alpinen Charakter. Sie führen bei Tulcea neben der bekannten Bivalvenfauna des Campiler Niveaus auch fünf südalpine Arten der Gattungen *Diuarites* und *Tirolites.*[3]

Die anisische Stufe ist durch Kittl[4] in der Fazies der roten Kalke der Schreyeralmschichten an fünf Lokalitäten (Desli-Caira, Tulcea, Gongaz, Hagighiol, Baschiöi) festgestellt worden. Kittl's Mitteilungen über die erste der genannten Lokalitäten hat J. Simionescu[5] später ergänzt, indem er auf einen stärkeren Einschlag indischer Faunenelemente hinwies. Die reichste Fauna ist jene von Hagighiol. Sie umfaßt nach Kittl 49 Spezies, darunter 30 Cephalopoden.[6] Die meisten sind bekannte Leitformen des *Trinodosus*-Niveaus. Unter sieben der anisischen Stufe der Dobrudscha eigentümlichen Ammonitenspezies befindet sich die außerhalb Hagighiol nicht bekannte Gattung *Dobrogeites* Kittl. Der indische Einschlag ist sehr mäßig. Er beschränkt sich auf vier Formen, nämlich:

Peripleurocyclus cf. *Smithianus* Dien. (ein sehr zweifelhafter Rest),
Pinacoceras Loomisii Dien.,
Monophyllites (*Leiophyllites*) *Confucii* Dien.,
» » *Pradyumna* Dien.,

unter denen jedoch *Monophyllites Confucii* auch in der alpinen Trias (nach Frech im Reitlinger Kalk des Bakony) heimisch ist. Auffallend ist hier wie im Muschelkalk von Ismid das starke Zurücktreten der Ceratiten. Die bei Kittl auffallender Weise vermißten Ptychiten, die sonst in der anisischen

---

[1] E. v. Mojsisovics: Über den chronologischen Umfang des Dachsteinkalkes. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., CV., 1896, p. 39.

[2] Eine der *Halobia Neumayri* Bittn. sehr nahestehende Art wird aus Schichten von angeblich norischem Alter am Eisfjord in Spitzbergen angegeben. Vergl. p. 11.

[3] J. Simionescu: Über das Vorkommen der Werfener Schichten in der Dobrogea. Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., 1908, p. 159—161.

[4] E. Kittl: Beiträge zur Kenntnis der Triasbildungen der nordöstlichen Dobrudscha. Denkschr. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, math.-naturw. Kl., LXXXI., 1908, p. 470—532.

[5] J. Simionescu: Sur quelques points fossilifères du Trias de Dobrogea. Annales scientif. Univers. de Jassy, 1910.

[6] Ihre Zahl hat sich durch Simionescu's Untersuchungen auf 38 erhöht.

Stufe der Dinariden und Griechenlands so sehr dominieren, haben sich später in den Aufsammlungen Simionescu's wiedergefunden.

Aus einem stratigraphisch nicht sichergestellten Niveau stammt der einem Ceratiten des deutschen Muschelkalkes auffallend nahestehende *Ceratites compressus var. romanica* Tornquist[1] von der Lokalität Zibil.

Die über der anisischen Stufe folgenden Triassedimente treten in drei Fazies auf: als rostgraue, gebankte Kalke von sehr geringer Mächtigkeit bei Hagighiol, wo schon die anisische Stufe die gleiche Entwicklung zeigt, als graue Mergel und Kalksandsteine bei Cataloi, endlich als brecciöse Mergelkalke auf der Donauinsel Popina.

Die Fauna von Popina besteht vorwiegend aus Brachiopoden und Bivalven. Die von Simionescu[2] mitgeteilte Fossilliste macht ein karnisches Alter dieser Fauna fast zur Gewißheit. Sieht man von den spezifisch nicht bestimmbaren Formen ab (20% der Fauna), so verbleiben noch 54% mit den Cassianer Schichten gemeinsamer Arten, denen nur 10% Muschelkalkformen gegenüberstehen. In Anbetracht der von Bittner in der alpinen, von mir selbst in der Trias des Himalaya festgestellten Tatsache, daß eine nicht unerhebliche Zahl anisischer Brachiopodenarten beinahe unverändert bis in die julische Unterstufe aufsteigt, kann diese sehr mäßige Beimischung anisischer Elemente kaum als Einwand gegen eine Parallelisierung der Fauna von Popina mit jener von St. Cassian geltend gemacht werden. Auf alle Fälle trägt die Fauna von Popina den alpinen Typus in ausgezeichneter Weise an sich, da sie fast ausnahmslos bezeichnende Arten der alpinen Trias, insbesondere des St. Cassianer Niveaus, und neben diesen überhaupt nur zwei der Dobrudscha eigentümliche Spezies (*Koninckina Arthaberi* Sim. und *Terebratula romanica* Sim.) enthält.

Die Cataloier Schichten mit *Protrachyceras Archelaus* Lbe. und *Protr.* cf. *Pseudo-Archelaus* Böckh verweist Kittl mit Recht in die ladinische Stufe. In den Schichten von Hagighiol reicht die Trias bis in die julische Unterstufe hinauf, doch ist eine Trennung der einzelnen Spezies nach ihrem Lager, insbesondere für die autochthonen Formen, in Anbetracht der geringen Mächtigkeit der fossilführenden Bänke nur sehr schwer durchführbar. Die Fossillisten von Kittl und Simionescu[3] ergeben ungefähr 17 sicher ladinische und 42 sicher karnische Cephalopoden in dem Triasmaterial aus Hagighiol. Der alpinen Trias fremd sind die Ammonitengenera *Romanites* Kittl, *Istreites* Sim. und *Pseudocarnites* Sim. Das erstgenannte Genus findet sich auch in der hellenischen und bithynischen Trias. Unter 83 ladinischen und karnischen Cephalopodenspezies sind 19 autochthone Arten, außerdem drei neue Varietäten alpiner Typen vertreten. Auffallend ist die Häufigkeit des Subgenus *Anisarcestes* Kittl. Unter den sieben überhaupt bekannten Arten desselben entfallen vier auf die Kalke von Hagighiol.

Jüngere Triasschichten als solche des *Aonoides*-Niveaus sind in der Dobrudscha in fossilführender Ausbildung ebensowenig als in Griechenland oder Bithynien nachgewiesen.

Sehr groß ist die Zahl autochthoner Elemente in der Trias der Dobrudscha nicht. Im Gegensatz zur bithynischen Trias tritt sie in der ladinischen und karnischen Stufe stärker hervor als in der anisischen. Der Trias Bithyniens und der Dobrudscha gemeinsame Ammonitenarten, die der alpinen Trias fremd sind, gibt es nur sehr wenige. Außer *Romanites Simionescui* Kittl wüßte ich nur noch *Sturia Mohammedi* Toula zu nennen.[4] Auch mit der Trias der Argolis ist außer den beiden ebengenannten von den autochthonen Triasarten der Dobrudscha nur noch eine dritte, *Joannites Stefanescui* Kittl, gemeinsam. Diese Tatsachen sind für eine richtige Wertung der Triasfaunen der Dobrudscha im

---

[1] A. Tornquist: Einige Bemerkungen über das Vorkommen von *Ceratites subnodosus* nov. var. *romanica* in der Dobrudscha. Neues Jahrb. für Min. etc., 1900, I., p. 173.

[2] J. Simionescu: Studii geologice si paleontol. din Dobrogea. IV. Fauna trias. din insula Popina, Acad. Romana, Bucuresci, 1910, No. XXVII.

[3] J. Simionescu: Les Ammonites triasiques de Hagighiol (Dobrogea). Acad. Romana, No. XXXIV. Bucuresci, 1913.

[4] Die Beyrichiten, die Hauptleitformen des bithynischen Muschelkalkes, fehlen in der anisischen Stufe Griechenlands und der Dobrudscha.

Rahmen des Mediterranen Reiches bedeutungsvoll. Sie zeigen, daß die hellenische, bithynische und Dobrudschafauna in weitaus überwiegendem Maße durch alpine, nicht durch solche Cephalopodenspezies zusammengehalten werden, die ihnen der alpinen Trias gegenüber ein besonderes provinzielles Gepräge verleihen würden.

Anzeichen für eine faunistische Sonderung der Osthälfte des Mediterranen Reiches von der westlichen sind, wie wir sehen, nach dem heutigen Stande unseres Wissens nur in sehr geringem Maße vorhanden. Die Scheidung einer Kimmero-Kaukasischen Provinz von einer Mediterranen, wie sie J. Marcou, M. Neumayr und V. Uhlig für den Jura durchgeführt haben, läßt sich für die Trias noch nicht in hinreichendem Maße begründen, wenn wir auch an manchen Orten und in einzelnen Stufen eine faunistisch eigenartige Entwicklung vermuten dürfen. Doch ist unsere Kenntnis der marinen Trias in ganz Vorderasien, mit Ausnahme des nordwestlichsten Anatolien, in dieser Richtung noch eine viel zu dürftige.

Die vollständigsten Profile mariner Trias in der Osthälfte des Mediterranen Reiches dürfen wir wohl im Kaukasus erwarten. Leider sind wir hier bis heute über die ersten Anfänge kaum hinausgekommen.

Bis zum Jahre 1907 war marine Trias im Kaukasus überhaupt nicht bekannt. Ihre Entdeckung verdanken wir dem jungen russischen Forscher Worobiew, der bald darauf in einer Spalte des Dsitak-Gletschers einen allzufrühen Tod fand. Th. Tschernyschew hat die von W. J. Worobiew am Berge Tschatsch im nordwestlichen Kaukasus gesammelten Versteinerungen beschrieben. Sie repräsentieren karnische und norische Elemente. Später (1911) hat P. v. Wittenburg eine Anzahl von Profilen im Flußgebiet der Kleinen Laba in der Umgebung des Berges Tschatsch begangen. Herrn P. v. Wittenburg verdanke ich einige briefliche Mitteilungen über die kaukasische Trias, aus denen ich als besonders wichtig die folgenden hervorheben will:

Die Trias des Tschatsch im Kubandistrikt zeigt — in einem einigermaßen schematischen Bilde — die nachstehende Schichtenfolge:

Oben:

a) Korallenkalke mit *Pseudomonotis caucasica* Wittbg. und *Spirigera Manzavinii* Bittn.,
b) Schwarze Schiefer mit *Pseudomonotis caucasica*,
c) Konglomerate und sandige Schiefer mit *Koninckina Telleri* Bittn.,
d) Austernschichten (sehr geringmächtig),
e) Sandige Schiefer mit *Daonella*,
f) Gefaltete Kalke mit Cephalopoden,
g) Krystallinischer Kalkstein mit *Pseudomonotis Venetiana* Hau.,
h) Gefaltete untere Kalkschichten.

Unten:

Die Etage *g* entspricht ohne Zweifel den Werfener Schichten. Die Etage *f* hat zahlreiche Cephalopodenreste geliefert, die mir im Jahre 1912 von Herrn P. v. Wittenburg zur Bestimmung übermittelt wurden. Sie waren nur fragmentarisch und meist so schlecht erhalten, daß nur eine generische Bestimmung möglich war. Meine Untersuchung ergab die nachstehende Fossilliste:

Orthoceras 2 *sp. ind.*
Ptychites sp. ind.
» *sp. ind. (megalodisci).*
Sageceras an *Arthaberites* (?) *sp. ind.*
Gymnites sp. ind.
Monophyllites nov. sp.
Monophyllites (*Leiophyllites*) cf. *Pilamaha* Dien.

Ceratites (Hollandites) sp. ind., einer in Pal. Ind. ser. XV, Vol. II, Pt. 2, Cephal. Himal. Muschelkalk, Pl. IV, Fig. 2, abgebildeten unbenannten Form aus der anisischen Stufe des Himalaya nahestehend.

Balatonites (?) *sp. ind.*

Gen. nov. ex fam. Ceratitidarum, eine Form von der äußeren Gestalt eines *Monophyllites* oder eines glatten *Celtites* mit ceratitischen unterzähligen Loben. Externsattel doppelt so breit als der Lateralsattel. Zwischen dem letzteren und dem unvollständigen Nahtsattel ein kleiner clydonitischer Hilfslobus.

So unvollständig diese Fossilliste ist, so reicht sie doch hin, um ein anisisches Alter der Cephalopodenschicht *f* des Tschatschprofils überaus wahrscheinlich zu machen.

Die Daonellenschicht *e* und die an *Avicula* reiche Austernbank *d* vertreten wahrscheinlich die ladinische Stufe. Eine sichere stratigraphische Grundlage gewinnen wir in der Koninckinenschicht *c*. Tschernyschew,[1] dem nur die Schichten *a, b* und *c* des Triasprofils am Tschatsch aus Worobiew's Aufsammlungen bekannt waren, bestimmte aus diesem Niveau *Koninckina Telleri* Bittn. und *Nucula* cf. *strigillata* Goldf., so daß über dessen karnisches Alter kein Zweifel bestehen kann.

Die schwarzen Schiefer *b* gehören bereits der norischen Stufe an. Hier sowohl als in den hangenden Korallenkalken *a* erscheint als Leitfossil eine Muschel aus der im arktisch-pazifischen Triasgebiet weit verbreiteten Gruppe der *Pseudomonotis ochotica* Keyserl., für die P. v. Wittenburg den Speziesnamen »*caucasica*« eingeführt hat.[2]

Der Korallenkalk *a* enthält Reste von Crinoiden und zahlreichen Brachiopoden. Tschernyschew verzeichnet in seiner unten zitierten Arbeit:

Terebratula piriformis Suess.
Waldheimia aff. norica Suess.
Aulacothyris reflexa Bittn.
» *aff. frontalis* Bittn.
Retzia superbescens Bittn.
Spiriferina Suessii Winkl.
Spirigera oxykolpos Emmr. *var. caucasica* Tschern.
» *Manzavinii* Bittn.
» *Worobieffi* Tschern.
Rhynchonella levantina Bittn.
» *Fuggeri* Bittn.

Zu diesen kommen von zwei anderen Lokalitäten im Kubandistrikt je eine neue Spezies der Gattungen *Waldheimia, Cruratula, Spirigera* und *Rchynchonella*, ferner:

Amphiclinodonta Katzeri Bittn.
» *Suessi* Hofm.
Terebratula turcica Bittn.
Spiriferina aff. koessenensis Zugm.
Spirigera oxykolpos f. typ.
Rhynchonella fissicostata Suess.
» *aff. anatolica* Bittn.

Diese Brachiopodenfauna ist wahrscheinlich norischen Alters. Vier Arten sind der obertriadischen Fauna von Balia in Kleinasien eigentümlich. Mit den alpinen Kössener Schichten sind sechs, mit der

[1] Th. Tschernyschew: Sur la découverte du Trias supérieur dans le Caucase du Nord. Bull. Acad. impér. d. sciences St. Pétersbourg, 1907, p. 277—280.

[2] P. v. Wittenburg: Sur la forme caractéristique de Pseudomonotis du Trias supérieur du Caucase. Ibidem, 1913, p. 475—487.

norischen Fauna von Dernö in Oberungarn sieben Arten identisch. Eine Parallelisierung mit der rhätischen Stufe dürfte kaum gerechtfertigt sein, da unter den von Tschernyschew zitierten Brachiopodenspezies sich zwei befinden, die sonst nur aus dem norischen Dachsteinkalk der Nordalpen bekannt sind (*Rhynchonella Fuggeri, Aulacothyris reflexa*), ferner mit Rücksicht auf die beiden *Amphiclinodonta*-Arten, von denen die eine karnischen Alters ist, die andere in karnischen und norischen Bildungen vorkommt.

Der alpine Charakter dieser obertriadischen Brachiopodenfauna ist trotz der Beimischung mysischer Elemente unverkennbar. Die nahen Beziehungen zur Brachiopodenfauna von Balia, der nächstgelegenen Lokalität norischen Alters — die Triasprofile in der Dobrudscha reichen nicht über die karnische Stufe hinaus — bieten nichts Befremdendes. Wohl aber überrascht das Zusammenvorkommen mit einer *Pseudomonotis* aus dem sonst im Mediterranen Reiche fehlenden Formenkreis der *Ps. ochotica*, die auch im Himamalayischen Reich auf dessen Osthälfte bis zum Timorarchipel beschränkt ist.

Pseudomonotis caucasica erscheint auch in der Krym in den tieferen Lagen eines mächtigen, sandig-tonigen Schieferkomplexes, dessen höhere Abteilung Fossilien des unteren Lias und des Oxfordien geliefert hat. Zusammen mit dieser *Pseudomonotis* treten *Rhynchonellina* cf. *Geyeri* Bittn. und Aviculen aus der Gruppe der *Avicula Hofmanni* auf.[1] Da in der tiefsten unter den Bänken mit *Pseudomonotis caucasica* liegenden Abteilung des Schieferkomplexes, in der vulkanische Tuffe eine hervorragende Rolle spielen, noch keine Fossilien gefunden worden sind, so ist die Möglichkeit einer Vertretung noch tieferer Triashorizonte als die norische Stufe keineswegs ausgeschlossen.

Die Triasentwicklung in Transkaukasien und Hocharmenien ist von jener auf dem Nordabhang des Kaukasus wesentlich verschieden und fällt bereits dem Gebiet des Himamalayischen Reiches zu, wenigstens so weit die hier allein in fossilführender Ausbildung bekannte untere Trias in Frage kommt.

Dagegen verrät eine weit nach Russisch-Asien ostwärts reichende Zone von skythischen Ablagerungen in mediterraner Ausbildung die Spuren jenes untertriadischen Armes der Tethys, der einen Rest des permischen Epikontinentalmeeres zwischen Angaraland und Fenoskandia darstellt. Sedimente dieses untertriadischen Meeres, das wahrscheinlich schon während der anisischen Epoche verschwunden ist, treffen wir am Berge Bogdo in der astrachanischen Steppe, in der Umgebung von Ravnau in Darwas und im Quellgebiete des Jenissei.

Am Bogdoberg an der unteren Wolga liegen gelbe Kalke und Mergel der skythischen Stufe, deren Fauna zuerst von Auerbach[2] und später von E. v. Mojsisovics[3] beschrieben worden ist. Neben bezeichnenden Ammoniten der alpinen Campiler Schichten, wie *Tirolites cassianus* Quenst. und *T. Smiragini* Auerb. findet sich als ein spezifisches Faunenelement dieser Lokalität die sonst nirgends bekannte Gattung *Doricranites* Hyatt, die sowohl mit *Tirolites*, als mit *Balatonites* nahe verwandt ist.

Das nächste fossilführende asiatische Vorkommen skythischer Ablagerungen in rein alpiner Entwicklung findet sich 2000 *km* südöstlich vom Bogdoberge bei Ravnau in der Provinz Darwas. Hier traf A. v. Krafft im Jahre 1898 und später der russische Geologe Edelstein rote glimmerige Sandsteine, die lithologisch mit gewissen Gesteinen der alpinen Werfener Schichten vollkommen identisch sind und auch die bezeichnende Fauna der Campiler Schichten geliefert haben. Die von Bittner[4] beschriebenen Spezies (sieben Bivalven, ein Ammonit) sind ausnahmslos auch in den oberen Werfener

---

[1] A. Borissjak: *Pseudomonotis ochotica* der krym-kaukasischen Trias. Bull. Com. géol. St. Pétersbourg, 1909, T. XXVIII, No. 156, p. 87.

[2] I. B. Auerbach: Горы Богдо. Herausgeg. von H. Trautschold, St. Petersburg, 1871. Die mangelhaften Abbildungen der vom Autor zumeist mit Muschelkalkarten verglichenen Pelecypoden-Steinkerne lassen keine nähere Bestimmung zu.

[3] E. v. Mojsisovics: Cephalopoden der Mediterranen Triasprovinz. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., X., 1882. p. 70, 73, 87—90.

[4] A. Bittner: Beiträge zur Paläontologie, insbesondere der triadischen Ablagerungen zentralasiatischer Hochgebirge Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanst., XLVIII., 1898, p. 705—718.

Schichten der Ostalpen zu Hause. Die herrschende Leitform der Sandsteine von Ravnau ist *Myophoria laevigata* Goldf., die im deutschen Schaumkalk ebensowohl als in den Campiler Schichten auftritt.

Spuren einer tieftriadischen Transgression mit mediterraner Ausbildung der Sedimente sind ferner von P. v. Wittenburg[1] im südlichsten Teile des Gouvernements Jenisseissk, fast 3500 *km* östlich vom Bogdoberg, nachgewiesen worden. Von einer Lokalität am Zusammenfluß der Teplaja und des Uss, eines rechtsseitigen Nebenflusses des oberen Jenissei, haben Ratschkowski und Pedaschenko gelegentlich einer Expedition in die nordwestliche Mongolei im Jahre 1903 Gesteinsplatten vom Habitus der oberen Seiser und unteren Campiler Schichten der Ostalpen und des Bakony mitgebracht, die die indifferente, weltweit verbreitete Zweischalerfauna dieses Niveaus (*Myophoria ovata, Anodontophora* cf. *Canalensis* Cat., *Pseudomonotis* cf. *aurita* Hau.) enthalten. P. v. Wittenburg hat sie mit der Fauna der Axelinsel auf Spitzbergen verglichen. Eine Verbindung mit dem Arktischen Triasmeer entlang dem Ostabhang des Ural liegt nicht außerhalb des Bereiches des Möglichkeit.

D. Charakteristik der Cephalopodenfauna des Mediterranen Reiches.

Das Urteil über den faunistischen Charakter des Mediterranen Reiches, das ursprünglich durch E. v. Mojsisovics begründet wurde, kann heute auf Grund der intensiven Erforschung der wichtigsten Teile dieses Reiches (Ostalpen, Sizilien, Griechenland, Dobrudscha, Anatolien) als feststehend angesehen werden.

Dem Mediterranen Reich eigentümliche Genera, beziehungsweise Subgenera sind:

A. Unter den Nautiloidea:

Clymenionautilus Hyatt. (Norisch),
Gonionautilus Mojs. (Norisch),
Oxynautilus Mojs. (Norisch),
Juvavionautilus Mojs. (Norisch),
Encoiloceras Hyatt (Karnisch),
Holconautilus Mojs. (Anisisch-Karnisch),
Trachynautilus Mojs. (Anisisch-Karnisch),
Syringoceras Hyatt. (Anisisch-Karnisch),
Tumidonautilus Dien. (Anisisch).

B. Unter den Ammonoidea:

Apleuroceras Hyatt. (Ladinisch),
Anisarcestes Kittl. (Karnisch),
Ptycharcestes Mojs. (Karnisch),
Arianites Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Asklepioceras Renz (Ladinisch, Karnisch),
Arthaberites Dien. (Anisisch),
Barrandeites Mojs. (Karnisch),
Beatites Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Bosnites Hau. (Anisisch), nur Bosnien,
Cycloceltites Mojs. (Norisch),
Epiceratites Dien. (Neotrias),
Kellnerites Arth. (Anisisch),
Semiornites Arth. (Anisisch),
Peripleurites Mojs. (Norisch),
Clydonites Hau. (Karnisch, Norisch),
Cochloceras Hau. (Norisch),
Paracochloceras Mojs. (Norisch),
Dagnoceras Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Hercegovites Kittl. (Skythisch),
Dobrogeites Kittl. (Anisisch), nur Dobrudscha,
Doricranites Hyatt. (Skythisch), nur Bogdoberg,
Epiceltites Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Eremites Mojs. (Norisch),
Glyphidites Mojs. (Norisch),
Haidingerites Mojs. (Karnisch),
Hauerites Mojs. (Norisch),
Heraclites Mojs. (Norisch),
Hesperites Pomp. (Rhätisch),
Hyattites Mojs. (Mesotrias),

[1] P. v. Wittenburg: Sur une collection du Trias inférieur, provenant de la rivière Teplaja, province d'Enisseisk. Bull. Acad. Imp. d. sciences de St. Pétersbourg, VI. sér., 1911, No. 15, p. 1083.

Istreites Sim. (Mesotrias?), nur Dobrudscha,
Judicarites Mojs. (Anisisch),
Klipsteinia Mojs. (Karnisch),
Lecanites Mojs. (Ladinisch, Karnisch),[1]
Psilolobites Renz (Karnisch),
Mojsisovicsites Gemm. (Neotrias), nur Sizilien,
Muensterites Mojs. (Karnisch),
Norites Mojs. (Skythisch-Ladinisch),
Orestites Renz (Karnisch), nur Griechenland,
Prenkites Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Procarnites Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Paragoceras Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Pompeckjites Mojs. (Karnisch),
Phyllocladiscites Mojs. (Anisisch, Ladinisch),
Psilocladiscites Mojs. (Anisich),
Protoplatytes Cock. (Norisch),
Protropites Arth. (Skythisch), nur Albanien,
Pseudocarnites Sim. (Karnisch), nur Dobrudscha,
Romanites Kittl (Karnisch), Osthälfte des Mittelmeerbeckens,
Sibyllites Mojs. (Norisch, Karnisch),
Siculites Gemm. (Karnisch), nur Sizilien,
Diplosirenites Mojs. (Karnisch),
Sphaerites Arth. (Anisisch),
Sphingites Mojs. (Karnisch, Norisch),
Bittnerites Kittl. (Skythisch),
Hololobus Kittl. (Skythisch),
Svilajites Kittl. (Skythisch),
Aruioceltites Mojs. (Neotrias),
Paulotropites Mojs. (Karnisch),
Microtropites Mojs. (Karnisch),
Ismidites Arth. (Karnisch?), nur Bithynien.

Wie man sieht, ist die Zahl der dem Mediterranen Reich eigentümlichen Cephalopodengruppen zwar eine erhebliche, doch sind die meisten unter ihnen teils selten, teils auf eng begrenzte Bezirke beschränkt. Als Gruppen von größerer Bedeutung wären zu nennen: *Syringoceras, Epiceratites, Kellnerites, Hauerites, Cochloceras, Glyphidites, Heraclites, Judicarites, Norites, Phyllocladiscites, Psilocladiscites, Diplosirenites, Klipsteinia, Sphingites.*

Diese Cephalopodengruppen sind von Bivalven begleitet, unter denen die Familie der *Aviculidae* die größte Bedeutung besitzt, da sie in allen Stufen der mediterranen Trias Vertreter aufweist, denen als niveaubeständig ein ziemlich hoher stratigraphischer Wert zukommt. Die in der skythischen Stufe blühende Gattung *Pseudomonotis* wird in der mediterranen Obertrias durch *Monotis* abgelöst. Nur in der norischen Stufe der Krym und des Kaukasus findet sich ein Repräsentant der arktisch-pazifischen Gruppe der *Pseudomonotis ochotica* Keys. Sowohl *Halobia* als *Daonella* haben sich, entgegen den älteren Anschauungen von E. v. Mojsisovics, als in allen Stufen der Meso- und Neotrias heimisch erwiesen. Reiche Bivalvenfaunen fehlen vorläufig noch aus der anisischen Stufe (mit Ausnahme des deutschen Muschelkalkes) und aus der norischen Stufe (ausgenommen Mysien).

Die mediterranen Brachiopodenfaunen zeigen Beziehungen zu jenen des Himamalayischen, die Korallenfaunen der Zlambachschichten zu jenen des Andinen und Borealen Reiches im westlichen Nordamerika. Reiche Gastropodenfaunen sind außerhalb der alpinen und germanischen Triasregion noch nicht bekannt. Die Echinoidea sind überhaupt in keiner anderen Periode der Erdgeschichte seit ihrem ersten Auftreten so dürftig repräsentiert.

[1] Die untertriadischen, an *Meekoceras* sich anschließenden glattschaligen Ammoniten mit Goniatitenloben sind von *Lecanites* generisch zu trennen. Vergl. G. v. Arthaber: Die Untertrias in Albanien, l. c., p. 268.

III. Das Himamalayische Reich.

Der Himalaya, ein Gebiet dauernder Meeresbedeckung innerhalb der Tethys. — Normalentwicklung in der sedimentären Hauptzone von Kaschmir bis Byans und Hallstätter Entwicklung in der Region der tibetanischen Klippen. — Lückenlose Überbrückung der Perm-Triasgrenze. — Cephalopodenfaunen. — Tropitenkalk von Byans. — Beziehungen zur mediterranen Fauna. — Salt Range. — Himamalayische Spuren in Vorderasien. — Die Napeng beds. — Trias in Indochina. — Myophorien-Schichten von Yünnan. — Die japanische Subregion. — Malayische Region. — Hallstätter Entwicklung auf Timor. — Neu-Caledonien. — Die maorische Trias. — Untertrias von Madagaskar. — Die Weltstellung der himamalayischen Trias.

Wie zur Zeit des Oberjura umfaßt das Himamalayische Reich auch während der Triasperiode eine Region dauernder Meeresbedeckung innerhalb der Tethys und der anschließenden Teile des Pazifischen Ozeans, und eine Region des zeitweilig überfluteten Vorlandes mit lückenhafter Schichtfolge. Solche Transgressionen erstreckten sich während der skythischen Stufe einerseits bis in das nördliche Tibet und zum Golf Peters des Großen bei Wladiwostok, andererseits bis Madagaskar, während der norischen Stufe bis Neuseeland und zum japanischen Inselbogen. Auch die Trias der Salt Range entspricht wahrscheinlich nur einer kurzlebigen Transgression des untertriadischen Meeres.

Zwei Gebiete mit lückenloser Entwicklung der Schichtserie können als Typen der himamalayischen Trias gelten: der Himalaya und der Malayische Archipel mit der Insel Timor im Mittelpunkt. In beiden Gebieten ist die Trias wie im Mediterranen Reich in zwei Hauptgruppen gesonderter Entwicklung ausgebildet: in einer über 1000 *m* mächtigen Aufeinanderfolge geschichteter, tonig-mergeliger, schiefriger, dolomitischer und kalkiger Sedimente und in der geringmächtigen, bathyalen Kalk- und Marmorfazies der Hallstätter Entwicklung. Aus beiden Serien kennen wir eine so große Fülle reicher Faunen, daß wir über die zoogeographischen Verhältnisse des Himamalayischen Reiches heute besser als über irgend eine andere außereuropäische Triasregion unterrichtet sind.

In den folgenden Abschnitten sollen die einzelnen Teile des Himamalayischen Reiches nach der stratigraphischen und faunistischen Zusammensetzung ihrer Triasbildungen besprochen werden.

A. Himalaya und Salt Range.

Die Erforschung der Himalayatrias knüpft an die fast gleichzeitig erfolgte paläontologische Bearbeitung der von Sir Richard Strachey in der Umgebung des Niti Passes gesammelten Fossilien durch T. W. Salter u. H. F. Blanford[1] und der von den Brüdern Schlagintweit in Spiti gesammelten Muschelkalk-Cephalopoden durch Oppel[2] und Beyrich[3] an. Die geologischen Untersuchungen Stoliczka's[4] in

---

[1] T. W. Salter and H. F. Blanford: Palaeontology of Niti in the Northern Himalayas. Calcutta, 1865.

[2] A. Oppel: Über ostindische Fossilreste aus den sekundären Ablagerungen von Spiti und Gnari-Khorsum in Tibet. Palaeont. Mitteil. aus dem Museum d. kgl. Bayr. Staates, I, p. 267.

[3] E. Beyrich: Über einige Cephalopoden aus d. Muschelkalk d. Alpen etc. Abhandl. königl. Akad. d. Wissensch., Berlin, 1866/67, Nr. 2, p. 105 – 179.

[4] F. Stoliczka: Geol. sections across the Himalaya Mts. from Wangtu bridge on the river Sutlej to Sungdo on the Indus. Mem. Geol. Surv. India, V, Pt. I, 1865, p. 1 – 154.

Spiti und C. L. Griesbach's[1] in Johar und Painkhanda bezeichnen die nächsten wichtigen Etappen in deren Erschließung. Eine Periode der Detailforschung wird durch die Expedition von Diener, Griesbach und Middlemiss im Jahre 1892 eingeleitet.[2] Das bei den geologischen Aufnahmen zustande gebrachte Material ist von diesem Zeitpunkte ab bis zum Jahre 1913 in Wien bearbeitet worden. Das Ergebnis dieser Bearbeitung erscheint in der Serie »Himalayan Fossils« der Palaeontologia Indica niedergelegt. Im Jahre 1912 habe ich eine zusammenfassende Darstellung der Trias des Himalaya[3] gegeben, in der die Fortschritte aufgezeigt werden konnten, die durch die Feldaufnahmen der Mitglieder der Geological Survey of India in Kalkutta (C. S. Middlemiss, H. Hayden, A. v. Krafft, La Touche, Smith, Walker, Noetling) und durch das Studium des dabei gewonnenen Fosilmaterials seit Noetling's[4] Übersicht über die asiatische Trias erzielt worden sind. Seither ist zu den beiden klassischen Gebieten des Zentral-Himalaya — Spiti einerseits, Gurwhal und Kumaon mit den Profilen des Bambanag und Shalshal Cliff andrerseits — der Distrikt von Khrew und Khunmu in Kaschmir als ein drittes hinzugekommen.[5]

Immer schärfer tritt die Tatsache hervor, daß selbst innerhalb des räumlich beschränkten Gebietes des Zentralhimalaya — die Entfernung von Spiti bis Byans beträgt rund 300 *km*, so viel als jene von Bregenz bis Ischl — die Entwicklung der Trias nichtsweniger als einheitlich ist. Sie zeigt vielmehr in ihrer Ausbildung so ausgeprägte geographische Abänderungen, daß man ebensowenig von einem Normalprofil der Himalayatrias sprechen kann, als von einem solchen der alpinen Trias. Ein rascher Wechsel in der Fazies und in der Mächtigkeit einzelner Abteilungen der Trias ist im Himalaya kaum weniger deutlich erkennbar als in der alpinen Trias, obschon eine Beimischung von Eruptivgesteinen, die der südalpinen Trias ihr charakteristisches Gepräge gibt, oder von so küstennahen Bildungen wie die nordalpine Lunzer Serie, dem Zentralhimalaya fehlt.

Sehr scharf scheidet sich zunächst die Triasentwicklung in der Hauptzone des Himalaya von jener in dem kleinen Gebiet von Malla Johar zwischen der Grenze von Kumaon und den Manasarowar-Seen. In der ersteren besteht die Trias aus einem 1000 bis 2000 *m* mächtigen Wechsel wohlgeschichteter Kalke, Schiefer, Tonschiefer, Mergel, Dolomite und Quarzite, wobei in der unteren Abteilung zumeist dunkle Schiefer und Mergelkalke, in der höheren helle Kalke und Dolomite überwiegen. In dem letzteren Gebiete der tibetanischen Fazies hingegen treffen wir auf die geringmächtigen roten Kalke und Marmore der Hallstätter Entwicklung, die mit jungen, mutmaßlich tertiären vulkanischen Bildungen enge verknüpft sind.

In der sedimentären Hauptzone des Himalaya sind die skythische und anisische Stufe ziemlich gleichartig ausgebildet, doch nimmt die Mächtigkeit der Untertrias von der Mitte nach Osten und Westen hin erheblich zu (12 bis 16 *m* in Spiti und Painkhanda gegen 90 *m* in Kaschmir und 150 *m* in Byans). Überall herrscht zwischen Perm und Trias völlige Konkordanz der Schichtfolge. Ein Rückzug der Tethys aus dem Himalaya hat an der Wende der paläozoischen und mesozoischen Ära nicht stattgefunden. Die Ablagerungen der permischen und triadischen Periode gehen so lückenlos ineinander über, daß, wie stets in derartigen Fällen, über die Grenzführung ein lebhafter Widerstreit der Meinungen entstanden ist. Wir führen den Schnitt unterhalb der Bank mit *Otoceras Woodwardi* Griesb., die in der *Ophiceras*-Fauna die älteste triadische Cephalopoden- und Bivalvenfauna, dagegen gar keinen Vertreter der permischen Brachiopodenfaunen Asiens enthält.

---

[1] C. L. Griesbach: Geol. notes. Records Geol. Surv. India, Vol. XIII, 1880, p. 83—93. — Palaeontol. notes on the Lower Trias of the Himalayas. Ibidem, p. 94—113, XIV, p. 154. — Geology of the Central Himalayas. Mem. Geol. Surv. India, XXIII, 1891.

[2] C. Diener: Ergebnisse einer geologischen Expedition in den Central-Himalaya von Johar, Hundes und Painkhanda. Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, LXII, 1895, p. 533—608.

[3] C. Diener: The Trias of the Himalayas. Mém. Geol. Surv. India, XXXVI, Pt. 3. Bezüglich der Triasliteratur mag auf diese Arbeit verwiesen werden.

[4] F. Noetling: Asiatische Trias, in Frech, Lethaea mesozoica, I 2, 1906.

[5] C. S. Middlemiss: A revision of the Silurian-Trias sequence in Kashmir. Records Geol. Surv. India, XL, 1910, p. 241. — C. Diener: Triassic faunae of Kashmir. Palaeont. Indica, new ser. Vol. V, Nr. 1, 1913.

Otoceras Woodwardi und seine Verwandten sind selbst im Himalaya nur auf Painkhanda und Spiti beschränkt und außerhalb dieses engen Bezirkes nirgens gefunden worden. Dagegen ist die mit dieser Gruppe jüngerer Otoceren vergesellschaftete *Ophiceras*-Fauna weiter verbreitet. Einzelne Elemente derselben erscheinen auch in der Fauna des Andinen Reiches. Weder die *Ophiceras*-Fauna noch die nächst jüngere *Meekoceras*-Fauna Indiens sind bisher innerhalb des Mediterranen Reiches nachgewiesen worden, obwohl auch in diesem ausgedehnte Teile dauernd im Bereiche der Tethys verblieben sind und einen lückenlosen Anschluß permischer (Bellerophonkalk) an triadische Sedimente (Seiser Schichten) aufzeigen. Dagegen verraten die Bivalven der untersten Himalayatrias, insbesondere in Kaschmir, einen starken mediterranen Einschlag. Man könnte geradezu von einer kosmopolitischen Verbreitung der Lamellibranchiatengesellschaft der Seiser Schichten sprechen, deren Elemente ebenso in den Alpen wie in Ostsibirien und im Himalaya erscheinen. Eine Verbindung zwischen dem himalayischen und mediterranen Anteil der Tethys muß — wenigstens in beschränktem Maße — schon zur Zeit der untersten Trias existiert haben, wenn sie auch zu keinem Austausch der Ammonitenfaunen geführt hat. Auch die fazielle Ausbildung der tieferen Abteilungen der skythischen Stufe ist zu beiden Seiten des Indus eine durchaus verschiedene.

Nähere Beziehungen zum Mediterrangebiet stellen sich erst in der dritten untertriadischen Fauna des Himalaya, jener der Hedenstroemia beds, ein. Aber auch diese Beziehungen treten nicht in der Cephalopodenfauna der alpinen Normalentwicklung dieser Stufe, der Campiler Schichten, sondern nur in jener der vorläufig ganz isoliert dastehenden Hallstätter Entwicklung von Kčira in Albanien zutage. In der obersten Abteilung der skythischen Stufe in Byans kommt noch eine vierte Fauna mit *Sibirites* zu den drei bereits genannten skythischen Faunen des Himalaya hinzu. [1]

Diese Mannigfaltigkeit der untertriadischen Cephalopodenfaunen des Himalaya, unter denen einzelne durch einen beachtenswerten Formenreichtum charakterisiert sind, ist ein Merkmal, das die Untertrias Ostindiens von der alpinen mit ihrer einförmigen, fast nur aus Dinariten und Tiroliten bestehenden Ammonitenfauna in durchgreifender Weise unterscheidet. In keiner anderen Stufe der Trias sind die Fazies- und faunistischen Verschiedenheiten zwischen dem Mediterranen und dem Himamalayischen Reich so groß, als während der skythischen Epoche.

Diese Verschiedenheit hält noch während eines älteren Abschnittes der anisischen Epoche, allerdings mit geringerer Schärfe an, während in der Zone des *Ceratites trinodosus* eine auffallende Ähnlichkeit der Faunen Platz greift.

Die anisische Stufe läßt sich in Painkhanda und Spiti in drei Abteilungen gliedern. Die tiefste (Noetling's Nitikalk) ist ein fossilleerer Knollenkalk, der von dem Brachiopodenhorizont der *Rhynchonella Griesbachi* unterlagert wird. Die mittlere Abteilung (Zone der *Spiriferina Stracheyi*) enthält die Ammonitenfauna des *Durgaites Dieneri* Mojs. Der an Cephalopoden sehr reiche obere Muschelkalk entspricht dem alpinen *Trinodosus*-Niveau und bildet den verbreitetsten und fossilreichsten Horizont im Himalaya.

Dieser Horizont ist auch in Byans und Kaschmir nachgewiesen. In dem letzteren Gebiet steigert sich die Mächtigkeit des Muschelkalkes (im engeren Sinne), die in Spiti und Painkhanda nur wenig über 30 *m* beträgt, bis auf 280 *m*. Von dieser Stufe aufwärts bietet fast jeder Triashorizont im Himalaya bis in das mittlere Norikum hinauf eine genügende Anzahl mit dem Mediterranen Reich gemeinsamer Faunenelemente, um eine Parallelisierung mit den entsprechenden Schichtbildungen in den Alpen zu ermöglichen.

Mit der ladinischen Stufe setzt im Himalaya ein auffallender Wechsel der Fazies und Mächtigkeit ein. Während diese Stufe in Spiti wohl charakterisiert ist (*Daonella Lommeli*, zahlreiche Wengener Trachyceraten), und eine Mächtigkeit von fast 100 *m* erreicht, erscheint sie in den klassischen Profilen des Shalshal und Bambanag Cliff in Painkhanda auf eine geringmächtige und fossilarme Schichtgruppe reduziert, deren häufigstes Fossil, *Daonella indica* Bittn., unverändert in die karnische Stufe hinaufgeht. In Byans ist sie überhaupt noch nicht nachgewiesen.

---

[1] C. Diener: Die Faunen der unteren Trias des Himalaya. Mitteil. Geol. Ges. Wien, I, 1908, p. 77—85.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für die karnische Stufe. Auch diese ist in Spiti sehr mächtig (bis 500 *m*) und zumeist in Schieferfazies entwickelt. Sie sinkt in Painkhanda auf 250 *m* Mächtigkeit herab und verschwindet fast gänzlich in Byans. Zugleich wandelt sich in der Richtung nach Osten die Schieferfazies immer mehr in eine Kalkfazies um. Innerhalb der karnischen Stufe kann man eine ältere Ammonitenfauna mit *Joannites cymbiformis* Wulf. (homotax mit der alpinen *Aonoides*-Fauna) und eine jüngere mit *Tropites subbullatus* unterscheiden. In Byans sind diese tuvalischen *Subbullatus*-Schichten mit solchen unternorischen Alters stratigraphisch und faunistisch enge verknüpft.

Die Entwicklung der oberen Trias in Byans weicht von jener in allen anderen Teilen der sedimentären Hauptzone des Himalaya erheblich ab. Über den dunkelfarbigen Kalken der skythischen Stufe folgt nach den Beobachtungen von F. H. Smith (1899) und A. v. Krafft (1900) ein blaugrauer Kalkstein von nur 80 *m* Mächtigkeit, der drei fossilführende Horizonte enthält: 20 *m* über der Basis die Bank mit *Spiriferina Stracheyi*, darüber das ziemlich mächtige *Trinodosus*-Niveau, endlich an der Oberkante den sogenannten Tropitenkalk von Kalapani. Der letztere hat bei einer Mächtigkeit von höchstens 1 *m* eine Mischfauna von oberkarnischen und norischen Faunenelementen geliefert, die zugleich die weitaus reichste obertriadische Fauna Indiens darstellt. Unter 150 Ammonitenspezies sind 53 mit solchen aus der alpinen Obertrias oder aus dem unternorischen Haloritenkalk des Bambanag Profils identisch, aber auch unter den übrigen 102 selbstständigen Arten ist ein hoher Prozentsatz mit mediterranen nahe verwandt. Auf die oberkarnischen *Subbullatus*-Schichten weisen 45, auf das Unternorikum 49 Arten mit voller Bestimmtheit hin.

Ich habe diese auffallende Vergesellschaftung karnischer und norischer Ammoniten in einer einzigen Bank des Tropitenkalkes von Kalapani mit der Vergesellschaftung von Ammoniten des Kelloway und Oxford in den Oolithen von Balin verglichen und im Sinne Neumayrs durch eine ungenügende Zufuhr von Sediment während der tuvalischen und lacischen Epoche zu erklären versucht.[1]

Die norische Stufe zerfällt im Zentralhimalaya von Spiti und Painkhanda in zwei deutlich geschiedene Abteilungen. Die untere, die dem alpinen Unter- und Mittelnorikum entspricht, ist in Spiti erheblich reicher gegliedert und mehr kalkig ausgebildet als in Painkhanda. Das höchste Glied dieser Abteilung bilden stets Quarzite mit einer ärmlichen Brachiopoden- und Bivalvenfauna. In den mittleren Schichtbänken der Abteilung herrschen Brachiopoden (Hauptleitfossil *Spiriferina Griesbachi* Bittn.) vor, zu denen sich in Spiti auch *Monotis salinaria* gesellt. Die dunklen Kalke der unternorischen Schichten enthalten gelegentlich Cephalopodenlager (Halorites beds im Bambanag Profil, Juvavites beds in Spiti), die aber niemals so konstante stratigraphische Horizonte bilden, wie etwa der obere Muschelkalk. In Byans werden die unter- und mittelnorischen Bildungen durch schwarze Schiefer repräsentiert. Die Mächtigkeit dieser tieferen Abteilung der norischen Stufe beträgt in Spiti 350, in Painkhanda und Byans über 300 *m*.

Die höhere Abteilung der norischen Stufe ist allenthalben als ein Megalodontenkalk ausgebildet, der ohne jede Unterbrechung in faziell vollkommen gleichartige helle Kalke übergeht, die durch gelegentliches Vorkommen von Jurafossilien sich als bereits mitteljurassisch erwiesen haben. Eine Grenze zwischen Trias und Jura läßt sich nirgends ziehen. Weder Rhät noch Lias sind in dieser konkordanten Schichtfolge paläontologisch sichergestellt worden. Gegen die überlagernden Spiti shales werden diese 600 bis 800 *m* mächtigen hellen Kalke von der Fazies des alpinen Dachsteinkalkes durch eine dünne Lage von Eisenoolithen abgegrenzt (Sulcacutus beds), die eine Fauna des Kelloway führen.

In Kaschmir setzt die Fazies der hellen Kalksteine schon in der karnischen Stufe ein. In der untersten Abteilung dieser Kalke hat C. S. Middlemiss eine reiche Brachiopoden- und Bivalvenfauna der julischen Unterstufe gefunden. Das auffallendste Element derselben ist eine *Myophoria*, die sich von *M. Kefersteini* var. *multiradiata* Waag. kaum trennen läßt. Dazu kommt eine zweite *Myophoria* aus der Verwandtschaft der *M. Whatelyae* Buch., ein *Trigonodus* aus der nächsten Verwandtschaft des *T. problematicus* Klipst., *Pleurophorus* cf. *Curionii* Hau., *Lima* cf. *subpunctata* Orb., *Dielasma julicum* Bittn., die

[1] C. Diener: Die triadische Fauna des Tropitenkalkes von Byans. Sitzungsb. kais. Akad. Wissensch., Wien, math. nat. Kl., CXIV, 1905, p. 331. — The fauna of the Tropites limestone of Byans. Palaeontol. Indica, ser. XV, Vol. V, Pt. 1, 1906.

sämtlich auf die karnische Stufe, beziehungsweise auf das Raibler Niveau deuten. Cephalopodenhorizonte sind aus der Obertrias von Kaschmir noch nicht bekannt.

Es ist nicht berechtigt, die Himalayatrias im Gebiete ihrer Normalentwicklung im allgemeinen als eine Cephalopodenfazies zu bezeichnen. Die Cephalopoden führenden Horizonte sind geringmächtig und durch gewaltige Massen fossilarmer Gesteine getrennt. Untertrias und Muschelkalk, von denen die erstere vier, der letztere zwei Ammonitenhorizonte geliefert hat, dürfen in der Tat als Cephalopodenfazies angesprochen werden. In der oberen Trias hingegen kann man hunderte von Metern von Schiefern, Dolomiten oder Kalksteinen durchqueren, ohne auf ein Cephalopodenlager zu treffen. Demgemäß ist auch die Zahl der obertriadischen Cephalopodenzonen im Himalaya vorläufig noch geringer als in den Alpen. Aus der karnischen Stufe sind zwei, ebenso aus der norischen Stufe zwei, aus der ladinischen Stufe nur eine Ammonitenzone bisher sichergestellt. Aber auch in den skythischen und anisischen Ablagerungen wechseln an Cephalopoden reiche Bänke mit solchen ab, die nur oder überwiegend Bivalven und Brachiopoden führen. Es sei hier an die Bivalvenbänke im *Ophiceras*-Niveau mit *Pseudomonotis Griesbachi*, an die Horizonte der *Rhynchonella Griesbachi* und der *Spiriferina Stracheyi* erinnert. In Kaschmir spielen selbst in der sonst so ausgeprägten Cephalopodenfazies des oberen Muschelkalkes Bivalven eine hervorragende Rolle.

Eine von der Triasentwicklung in der Hauptzone des Himalaya gänzlich verschiedene Ausbildung der Trias findet sich in den exotischen Blöcken oder Klippen der Umgebung von Malla Sangcha und des Chitichun Nr. 1 in Tibet.[1] Eine ganze Reihe von Triashorizonten sind hier in der Fazies der roten Hallstätter Kalke und Marmore entwickelt. In dieser Hallstätter Fazies kennt man bisher: Untertrias (sehr spärlich), mittleren Muschelkalk (Zone der *Spiriferina Stracheyi*) und die karnische Stufe (*Aonoides*- und *Subbullatus*-Fauna). Derselben Region gehören auch die exotischen Blöcke mit der Adnether Liasfauna an, deren Ähnlichkeit mit den mediterranen Faunen der tieferen Liasstufen besonders auffallend ist.

Die tibetanischen Klippen sind von E. Suess[2] ohne nähere Begründung als Deckschollen angesprochen worden. Ich halte sie gerade wegen der innigen Verknüpfung mit tertiären Eruptivdecken, deren ferne Herkunft mir sehr unwahrscheinlich ist, für autochthon.

Die Gegenüberstellung einer Indischen und Mediterranen Triasprovinz als besondere geographische Hauptregionen war eines der wichtigsten Ergebnisse der Bearbeitung der obertriadischen Cephalopodenfaunen des Himalaya durch E. v. Mojsisovics[3] im Jahre 1896. Die Untersuchung eines unvergleichlich reicheren, alle Stufen der Himalayatrias von den Otoceras beds bis ins Norikum umfassenden Fossilmaterials gestattet uns heute, die Beziehungen zwischen den beiden Faunen klarer zu erkennen, ihre Verschiedenheiten schärfer zu präzisieren.

Da, wie in dem einleitenden Abschnitt ausgeführt wurde, die stratigraphischen und zoogeographischen Anordnungen sich im Bereiche der Trias ebensosehr als im Jura und in der Unterkreide auf Cephalopoden stützen, so mag zunächst ein Vergleich der mediterranen und himalayischen Cephalopodenhorizonte hier Platz finden.

---

[1] C. L. Griesbach: On the exotic blocks of the Himalayas. Compte-Rendu Congrès géol. internat., IX, Vienne, 1903, p. 547. — A. v. Krafft: Notes on the exotic blocks of Malla Johar in the Bhot Mahals. Mem. Geol. Surv. India, XXXII, Pt. 3, 1903, p. 127—183. — C. Diener: Die Fauna der tibetanischen Klippen von Malla Johar. Sitzungsb. kais. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., CXVI, 1907, p. 603. — Upper triassic and liassic faunae of the exotic blocks of Malla Johar. Palaeont. Indica, ser. XV, Vol. I. Pt. I, 1908.

[2] E. Suess: Antlitz der Erde, III/I, 1901, p. 351.

[3] E. v. Mojsisovics: Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya. Denkschr. d. kais. Akad. Wiss., Wien, LXIII 1896, p. 575.

Wir kennen in der Himalayatrias bisher fünfzehn Cephalopodenhorizonte, von denen jedoch drei — der Horizont des *Sibirites Prahlada* Dien. in den Schichten mit *Rhynchonella Griesbachi* an der Basis des Muschelkalkes, der unterkarnische Horizont des *Joannites Thanamensis* Dien. in Spiti und der wahrscheinlich mittelnorische Horizont des *Trachypleuraspidites* aff. *Griffithi* Dien. in Spiti, beziehungsweise des *Sageniles* sp. ind. Mojs. im Bambanagprofil — nur ungenügend charakterisiert sind. Die übrigen zwölf Cephalopodenhorizonte verteilen sich auf einzelne Triasstufen, wie dies die nachstehende Tabelle ersichtlich macht.

	Himalaya		Ostalpen	
Rhätisch	Zone d.		Zone d.	*Choristoceras Marshi.*
Norisch		*Halorites procyon.* *Proclydonautilus Griesbachi.*		*Sirenites Argonautae.* *Pinacoceras Metternichii.* *Cyrtopleurites bicrenatus.* *Cladiscites ruber.* *Sageniles Giebeli.*
Karnisch		*Tropites subbullatus.* *Hypocladiscites subaratus.* *Joannites cymbiformis.*		*Tropites subbullatus.* *Trachyceras Aonoides.* *Trachyceras Aon.*
Ladinisch		*Protrachyceras Archelaus.*		*Protrachyceras Archelaus.* *Dinarites avisianus.* *Protrachyceras Curionii.*
Anisisch		*Ceratites Thuilleri.* *Durgaites Dieneri.*		*Ceratites trinodosus.* *Ceratites binodosus.*
Skythisch		*Sibirites spiniger.* *Hedenstroemia Mojsisovicsi* *Meekoceras Markhami.* *Otoceras Woodwardi.*		*Tirolites cassianus.*
Oberperm		*Cyclolobus insignis.*		*Paraceanites sextensis.*

Man sieht auf den ersten Blick, daß dem größeren Reichtum an Cephalopodenfaunen in der Himalayatrias während der skythischen Epoche ein solcher der mediterranen Trias während der norischen Epoche gegenübersteht. In den alpinen Seiser Schichten fehlen Ammoniten gänzlich, auch in der norischen Stufe sind sie nur in der Hallstätter Entwicklung häufig, dagegen in der Megalodontenfazies des Dachsteinkalkes überaus selten. Da wir im Himalaya wohl karnische aber keine norischen Hallstätter Kalke kennen, so kann die Abwesenheit mittel- und obernorischer Cephalopodenfaunen in der Quarzit- und Megalodontenkalkfazies der himalayischen Obertrias nicht befremden.

In Anbetracht der sehr ungleichartigen Entwicklung der triadischen Cephalopodenhorizonte in den Alpen und im Himalaya dürfte sich ein Vergleich der Faunen nach den einzelnen Stufen gesondert als zweckmäßig erweisen.

Die Unterschiede zwischen beiden Reichen treten, wie von vorneherein zu erwarten, in der skythischen Stufe am stärksten hervor. Hier sind es wieder die Ammonitenfaunen der *Otoceras-Ophiceras*-Zone und der nächst jüngeren *Meekoceras*-Zone Indiens, die den untertriadischen Faunen des Mediterrangebietes am fremdartigsten gegenüberstehen. Aber auch die Cephalopodenfauna der alpinen Campiler Schichten, die älteste triadische Cephalopodenfauna des Mediterranen Reiches, zeigt einen von der homotaxen *Hedenstroemia*-Fauna Indiens durchaus abweichenden Charakter.[1] Nicht nur fehlen gemeinsame Arten vollständig, auch die herrschenden Ammonitengenera sind in beiden Gebieten total verschieden. Die beiden in den Campiler Schichten fast ausschließlich dominierenden, arten- und individuenreichen Gattungen *Dinarites* und *Tirolites* gehören in der indischen Untertrias zu den größten Seltenheiten. Die Abwesenheit von *Tirolites* galt bis zur Entdeckung eines Exemplares von *Tirolites injucundus* durch A. v. Krafft in den *Hedenstroemia*-Schichten von Muth in Spiti (1898) geradezu als ein bezeichnendes Merkmal der indischen Triasprovinz. *Dinarites* kennt man aus dem Himalaya noch nicht, wohl aber als große Rarität aus der Untertrias der Salt Range. Ebenso vereinzelt wie *Tirolites* im Himalaya tritt *Xenodiscus* in den alpinen Campiler Schichten auf. *Paraceratites prior* Kittl aus den oberen Werfener Schichten von Muć gehört dieser indischen Gattung an. Die eigentlichen Leitformen der himalayischen Untertrias sind die Meekoceratiden. Sie erscheinen in der Campiler Fauna überaus spärlich. Wichtige Gattungen der skythischen Stufe Indiens, wie *Otoceras, Ophiceras, Proptychites, Flemingites, Hedenstroemia* fehlen in der alpinen Normalentwicklung der Werfener Schichten vollständig.

Die Entdeckung der Hallstätter Entwicklung in der skythischen Stufe des Mediterrangebietes bei Kčira in Albanien hat, wie ich bereits in dem vorangehenden Abschnitt auseinandergesetzt habe, die Differenzen zwischen den skythischen Faunen des Himamalayischen und des Mediterranen Reiches erheblich verringert. G. v. Arthaber hat in dem roten Kalkstein von Kčira eine Anzahl von indischen Ammonitengattungen nachgewiesen, die sonst aus diesem Niveau in den Alpen nicht bekannt sind, darunter: *Pseudosageceras, Hedenstroemia, Proptychites, Xenaspis, Ophiceras, Prosphingites, Sibirites.* Einzelne dieser Gattungen sind sogar durch Spezies repräsentiert, die solchen aus dem Himalaya und der Salt Range sehr nahestehen, wie:

Nannites (?) cf. *Herberti* Dien.
Proptychites cf. *latifimbriatus* De Kon.
» cf. *obliqueplicatus* Waag.
Ophiceras cf. *Sakuntala* Dien.
Meekoceras radiosum Waag.
Sibirites cf. *dichotomus* Waag.

Obwohl die Auffindung der Cephalopodenkalke von Kčira eine unerwartete Annäherung der mediterranen an die himalayische Fauna der skythischen Stufe bewirkt hat, so bleiben doch noch hinreichende Differenzen übrig, um eine Sonderung beider Faunen und deren Verteilung auf zwei verschiedene zoogeographische Reiche zu erweisen. Der indischen Untertrias bleiben nach wie vor allein eigentümlich die Gattungen:

Otoceras Griesb.
Episageceras Noetl. (der letzte Nachzügler der permischen *Medlicottiidae*).
Flemingites Waag.
Vishnuites Dien.
Clypites Waag.

[1] Vgl. C. Diener: Cephalopoda of the Himal. lower Trias. Palaeontol. Indica, ser. XV. Himal. Foss. Vol. II, Pt. I, 1897. — A. v. Krafft and C. Diener: Lower Triass. Cephalopoda from Spiti Malla Johar and Byans. Ibidem, Vol. VI, Nr. 1, 1909. — C. Diener: Die Faunen der unteren Trias des Himalaya. Mitteil. Geol. Ges. Wien, I, 1908, p. 79–84.

Prionites Waag.
Kashmirites Dien.
Stephanites Waag.

Auch darf nicht übersehen werden, daß die Anwesenheit zahlreicher Lokalformen der Fauna von Kčira ein besonderes Gepräge verleiht und den Einschlag der indischen Faunenelemente einigermaßen verdeckt. Noetling's Meinung, daß die Tethys zu Beginn der Trias in der Indusregion durch eine Landschranke geschlossen war, läßt sich angesichts der Einwanderung einer Lamellibranchiatenfauna der Seiser Schichten in die Ophiceras-Stufe von Kaschmir nicht mehr aufrecht halten.[1] Wohl aber muß man annehmen, daß die Kommunikation zwischen dem mediterranen und himalayischen Abschnitt der Tethys solcher Art war, daß ein Austauch der Faunen nur in beschränktem Maße stattfinden konnte und insbesondere den Cephalopoden erst in der Oberstufe der Untertrias zugute kam.

Auch die Faunen des tieferen Muschelkalkes verraten noch kaum nähere Beziehungen zwischen den beiden Reichen. Nur die Monophylliten des Subgenus *Leiophyllites* Dien., ein wichtiges Element dieser Fauna im Himalaya von mutmaßlich alpiner Provenienz, finden sich zum Teil in übereinstimmenden Arten sowohl in der älteren Fauna von Kčira als im Muschelkalk des Bakony (teste Frech), aber das Ceratitengenus *Durgaites* Dien., die charakteristische Leitform dieses Niveaus im Himalaya, geht nicht über den letzteren hinaus.

Eine ausgesprochene Annäherung beider Faunen greift erst in der anisischen Zone des *Ceratites trinodosus* Platz. Die Zahl der gemeinsamen Cephalopodenarten steigt in diesem Horizont auf 16, die auf die Gattungen *Orthoceras, Germanonautilus, Ceratites, Acrochordiceras, Gymnites, Anagymnites, Sturia, Ptychites, Proarcestes, Joannites, Smithoceras* und *Monophyllites* entfallen.[2] Es sind dies die folgenden Spezies:

Orthoceras campanile Mojs.
Germanonautilus cf. *salinarius* Mojs.
Ceratites trinodosus Mojs.
Japonites cf. *Dieneri* Mart.
Acrochordiceras cf. *Carolinae* Mojs.
» *Balarama* Dien.
Sturia Sansovinii Mojs.
Gymnites incultus Beyr.
» cf. *Humboldti* Mojs.
Anagymnites cf. *acutus* Hau.
Ptychites Everesti Opp.
» cf. *Govinda* Dien.
Proarcestes Balfouri Opp. (= *P. Escheri* Mojs.[3])
Smithoceras cf. *Herminae* Dien.[3])
Joannites cf. *proavus* Dien.
Monophyllites sphaerophyllus Hau.

Als Hauptleitformen der anisischen Stufe dürfen in beiden Reichen *Ceratites, Beyrichites, Gymnites* und *Ptychites* gelten. Die dem indischen Muschelkalk eigentümlichen Genera, beziehungsweise Subgenera, wie *Bukowskiites, Selterites, Haydenites, Indolobites, Pseudodanubites* sind auch in diesem sehr selten und

[1] C. Diener: Mediterrane Faunenelemente in den Otoceras beds des Himalaya. Centralblatt f. Mineral. etc., 1912, p. 58.

[2] Unter 148 Spezies. Vergl. C. Diener: Cephalopoda of the Himal. Muschelkalk. Palaeontol. Indica, ser. XV, Vol. II, Nr. 2, 1895. — C. Diener: Fauna of the Himal. Muschelkalk. Ibidem, vol. V, Nr. 2, 1907.

[3] Wahrscheinlich identisch mit *Ptychites cylindroides* Arth. aus der Trias von Bithynien.

artenarm. Eine Ausnahme macht nur *Buddhaites Rama* Dien. Zusammen mit dieser Leitform kennzeichnen den indischen Muschelkalk die sehr zahlreichen Spezies aus der Gruppe der *Ceratites circumplicati* (*Hollandites* Dien.), die im Mediterranen Reich nur wenige, spezifisch stark abweichende Vertreter besitzen, ferner die Ptychiten aus der Gruppe des *Ptychites Gerardi* Blanf. und vielleicht auch des *Pt. Malletianus* Stol.,[1] die im Mediterrangebiet fehlen.

Auch unter den Brachiopoden sind vier der häufigsten Spezies den anisischen Ablagerungen beider Reiche gemeinsam, nämlich:

Mentzelia Mentzelii Dunk.
Spiriferina Koeveskalliensis Suess.
Coenothyris vulgaris Schloth.
Rhynchonella trinodosi Bittn.

Dagegen scheint die bisher nur aus Kaschmir bekannte Bivalvenfauna des himalayischen Muschelkalkes mehr den Charakter einer Lokalfauna von beschränkter Verbreitung zu tragen. In den aus Lumachellen von kleinen indifferenten Muscheln der Gattung *Lima* zusammengesetzten Bänken gestattet der ungünstige Erhaltungszustand leider nur selten eine sichere Bestimmung der einzelnen Spezies. Die älteste Art des Genus *Anomia (A. triadica* Dien.), die größte bis heute bekannte *Mysidioptera* (*M. eximia* Dien.), je eine neue Spezies der Gattungen *Arcoptera, Avicula* und *Anodontophora* finden sich hier. In den obersten Bänken des Muschelkalkes von Kaschmir erscheint eine *Myophoria*, die die Merkmale der deutschen *M. laevigata* Ziet. mit solchen der alpinen *M. Kefersteinii* Münst. vereinigt.

Die engen Beziehungen beider Reiche dauern während der ladinischen Epoche an. Die Daonellenschiefer von Spiti, die als der bestbekannte Typus der ladinischen Stufe im Himalaya gelten dürfen, haben einen in Anbetracht der relativ artenarmen Fauna (27 Spezies) sehr beträchtlichen Prozentsatz von Arten geliefert, die mit solchen aus den Wengener Schichten des Mediterrangebietes tatsächlich oder nahezu identisch sind, nämlich die neun folgenden:

Protrachyceras Archelaus Lbe.
» *longobardicum* Mojs.
» *ladinum* Mojs.
» cf. *regoledanum* Mojs.
» *Spitiense* Dien.
Anolcites cf. *Laczkoi* Dien.
Hungarites Pradoi d'Arch.
Joannites cf. *tridentinus* Mojs.
Daonella Lomelli Wissm.

Der indischen Trias eigentümliche Faunenelemente in dieser Schichtgruppe sind nur die beiden Genera *Thanamites* Dien., eine Zwerggattung mit reduzierter, ungemein einfacher Sutur, und *Rimkinites* Mojs.

Dieser starke mediterrane Einschlag findet sich auch in der Fauna der sogenannten Passage beds, die im Zentralhimalaya ein Übergangsglied der anisischen in die ladinische Stufe bezeichnen. Umso auffallender ist die Tatsache, daß ein Äquivalent der Buchensteiner oder Marmolatafauna in diesen Übergangschichten vermißt wird. Die Fauna der himalayischen Passage beds ist zum Teil eine Superstitenfauna, indem einige bezeichnende Arten der anisischen Stufe, wie *Ptychites Gerardi, Joannites proavus, Proarcestes Balfouri,* noch in diese Schichten aufsteigen, zum Teil besteht sie aus Elementen der Fauna

[1] Simionescu (Ammonites trias. de Hagighiol, Acad. Romana, Bucuresci, 1913, XXXIV, p. 344) führt einen *Ptychites* sp. ind. aff. *Malletiano* aus der Mitteltrias der Dobrudscha ohne Abbildung an.

der Daonella shales, wie *Arpadites Rimkinensis* Mojs., *Thanamites, Protrachyceras longobardicum, P. Spitiense, Hungarites Pradoi,* zu denen sich in *Megaphyllites Jarbas* Münst. sogar noch eine in den Daonellenschiefern bisher nicht aufgefundene mediterrane Art der Cassianer Schichten gesellt. Da eine stratigraphische Lücke zwischen der anisischen und ladinischen Stufe im Himalaya keinesfalls bestanden hat, so bleibt zur Erklärung der Abwesenheit selbständiger älterer Faunen der ladinischen Stufe in Indien nur die Annahme, daß die anisische Fauna hier länger gelebt haben und erst durch eine Einwanderung von Wengener Elementen aus dem Mediterrangebiet abgelöst worden sein mag.

Eine ähnliche Erklärung hat J. Perrin-Smith für die Vergesellschaftung ladinischer und anisischer Typen in den Schichten mit *Daonella dubia* in der West Humboldt Range (Nevada) gegeben, wo deutlich charakterisierte Äquivalente der ladinischen Stufe ohne einen starken anisischen Einschlag überhaupt fehlen.

Auch ein deutlich ausgesprochenes Äquivalent der Cassianer Schichten ist im Himalaya nicht nachweisbar. Es ist eine sehr auffallende Tatsache, daß gerade der Horizont von St. Cassian, der unter allen alpinen Triashorizonten die reichste Fauna geliefert hat, außerhalb des kleinen Bezirkes von Südosttirol nirgends mit so gut erkennbaren Merkmalen wiederkehrt wie etwa die Zonen des *Ceratites trinodosus*, des *Trachyceras Aonoides* oder des *Tropites subbullatus*. Es hat fast den Anschein, als wäre die Fauna von St. Cassian wohl durch besondere örtliche Umstände begünstigt zu einer ungewöhnlich reichen Lokalfauna aufgeblüht, ohne jedoch jemals eine weite Ausbreitung zu gewinnen. Das Vorkommen von *Joannites* cf. *Klipsteini* Mojs. und von *Daonella* aff. *cassianae* Mojs. im Daonellenkalk von Spiti, dessen tiefere Bänke noch die bezeichnende Leitform der Wengener Schichten, *D. Lommeli*, führen, ist der einzige dürftige Hinweis auf eine Vertretung des Cassianer Niveaus in Spiti.

Trefflich charakterisiert sind in der sedimentären Hauptzone des Himalaya die karnischen Faunen der julischen und tuvalischen Unterstufe.

Der julischen Unterstufe gehören in Spiti die beiden Faunen der »Grey beds«, in Painkhanda jene des Traumatocrinuskalkes und der Schichten mit *Halobia comata* an.

In dem Cephalopodenhorizont der Grey beds herrschen mediterrane Typen vor. Ich habe aus diesem Niveau *Carnites floridus* Wulf. und *Joannites cymbiformis* Wulf. beschrieben.[1] In dem höheren Brachiopoden- und Bivalvenhorizont treten uns in den beiden eigentümlichen Pelecypodengattungen *Lilangina* Dien. und *Pomarangina* Dien. zwei bemerkenswerte, ausschließlich auf das Himamalayische Reich beschränkte Faunenelemente entgegen. Unter den Brachiopoden erscheinen auch einige sonst für die anisische Stufe bezeichnende Arten wieder, so *Mentzelia Mentzelii* Dunk., ferner Formen aus dem engsten Verwandtenkreise der *Spiriferina avarica* Bittn. und der *Rhynchonella trinodosi* Bittn. Im übrigen tritt auch in der Brachiopodenfauna der Grey beds das mediterrane Element stark hervor.[2]

Noch stärker mit mediterranen Elementen durchsetzt ist die Fauna des Traumatocrinuskalkes in Painkhanda, der von der anisischen Stufe im Bambanagprofil nur durch sehr geringmächtige Zwischenbildungen der ladinischen Stufe getrennt wird. Unter 31 Cephalopodenarten sind die folgenden 11 mit dem Mediterranen Reich gemeinsam.

Joannites cymbiformis Wulf.
» *Klipsteini* Mojs.
Proarcestes cf. *Ausseanus* Hau.
Coroceras cf. *delphinocephalus* Hau.
Monophyllites cf. *Simonyi* Hau.
Mojsvarites Agenor Münst.

---

[1] C. Diener: Ladinic, carnic and noric faunae of Spiti. Palaeontol. Indica, ser. XV, Himal. Foss., Vol. V, Nr. 3, 1908, p. 70 ff.

[2] Vgl. das Vorkommen von *Dielasma julicum* Bittn., *Spiriferina gregaria* Suess, *Austriella* aff. *nux* Suess, *Rhynchonella* cf. *semiplecta* Muenst., *Rhynchonella* cf. *bavarica* Bittn.

Isculites cf. *Heimi* Mojs.
Carnites cf. *floridus* Wulf.
Placites cf. *polydactylus* var. *Oldhami* Mojs.
Dittmarites cf. *circumscissus* Mojs.
Trachyceras austriacum Mojs.

Neben *Rimkinites*, der aus der ladinischen in die karnische Stufe aufsteigt, finden wir nur die Zwerggattung *Girthiceras* Dien. im Traumatocrinuskalk als ein spezifisch indisches Faunenelement. [1]

In der artenarmen Fauna der Schichten mit *Halobia comata* sind die Beziehungen zur mediterranen Trias insoferne weniger deutlich ausgeprägt als im Traumatocrinuskalk, als die Zahl identischer Arten zurücktritt. Immerhin enthält auch diese Schichtgruppe in dem Genus *Malayites* Welter nur eine einzige auf die himamalayische Obertrias beschränkte Ammonitengattung. Leitformen dieser Schichtgruppe, deren oberste Abteilung mit *Mojsvarites cugyrus* Mojs. schon der tuvalischen Unterstufe angehört, sind Halobien aus der Gruppe der *H. rugosa* Guemb. und *H. comata* Bittn. Die letztere, in der alpinen Trias nur sehr spärlich vertretene Halobiengruppe ist wohl als ein autochthones indisches Faunenelement anzusehen.

Der tuvalischen Unterstufe homotaxe Bildungen sind im Himalaya außer der sehr fossilarmen und paläontologisch unscharf charakterisierten oberen Abteilung der Schichten mit *Halobia comata* die Tropitenkalke von Spiti und der oberkarnische Anteil des früher besprochenen Tropitenkalkes von Byans.

In der Fauna des Tropitenkalkes von Spiti findet sich unter 19 Cephalopodenarten nur eine spezifisch himamalayische Gattung, *Indonesites* Welt., mit den folgenden acht mediterranen Formen vergesellschaftet:[2]

Germanonautilus cf. *Brennneri* Hau.
Styrionautilus cf. *Sauperi* Hau.
Tropites cf. *subbullatus* Hau.
» *discobullatus* Mojs.
» cf. *torquillus* Mojs.
Trachysagenites cf. *Herbichi* Mojs.
Jovites cf. *siculus* Gemm.
Proarcestes cf. *Gaytani* Klipst.

Erheblich größer noch ist die Zahl mediterraner Elemente in der karnischen Stufe im Tropitenkalk von Byans. Ich zähle deren nicht weniger als 28, nämlich:

Buchites cf. *hilaris* Mojs.
Arpadites Tassilo Mojs.
Polycyclus Henseli Opp.
Sandlingites cf. *Oribasus* Dittm.
Sirenites pamphagus Dittm.
» *Agriodus* Dittm.
Anasirenites cf. *Menelaus* Mojs.
Isculites Heimi Mojs.
Anatomites cf. *crasseplicatus* Mojs.
» cf. *Theodori* Mojs.
» cf. *Edgari* Mojs.

---

[1] C. Diener: The fauna of the Traumatocrinus limestone of Painkhanda. Palaeontol. Indica, ser. XV, Himal. Foss., Vol. VI, No. 2, 1909.

[2] Zu dieser Liste dürfte auch *Paracladiscites indicus* Mojs. gehören, dessen Lager nicht sicher bekannt ist.

Anatomites cf. *Fischeri* Mojs.
Discotropites cf. *Saudlingensis* Hau.
Tropites subbullatus Hau.
» cf. *fusobullatus* Mojs.
» cf. *discobullatus* Mojs.
» cf. *Estellae* Mojs.
» cf. *Paracelsi* Mojs.
» *Wodani* Mojs.
Margarites cf. *circumspinatus* Mojs.
» cf. *auctus* Dittm.
» *Georgii* Mojs.
Pinacoceras cf. *rex* Mojs.
Megaphyllites Jarbas Münst.
Carnites cf. *floridus* Wulf.
Arcestes bicornis Hau.
Proarcestes cf. *Gaytani* Klipst.
Pararcestes cf. *Sturi* Mojs.

Leider ist eine Ermittlung der spezifisch indischen Faunenelemente infolge des Zusammenvorkommens der karnischen und norischen Cephalopoden im Tropitenkalk von Byans nicht möglich.

So stark auch die Beimischung mediterraner Formen in jeder einzelnen dieser himalayischen Faunen der karnischen Stufe ist, so ist doch der Eindruck, den jede derselben in ihrer Gesamtheit macht, nicht jener einer Mediterranfauna. Schon auf den ersten Blick tritt ein wesentlicher Unterschied in dem auffallenden Überwiegen der trachyostraken über die leiostraken Formen hervor. Wir sind gewohnt, in einer karnischen Mediterranfauna *Arcestidae, Cladiscitidae* und *Lobitidae* an Individuenzahl weitaus vorherrschen zu sehen. Die *Ammonea trachyostraca,* die in den prächtig illustrierten Tafelwerken von E. v. Mojsisovics einen so breiten Raum einnehmen, sind fast durchwegs relativ selten. In den karnischen Faunen aus der sedimentären Hauptzone des Himalaya ist gerade das Gegenteil der Fall. *Ammonea trachyostraca* bilden deren Hauptbestandteil, während Arcesten zu den Seltenheiten gehören. In dieser Verschiedenheit der Zusammensetzung der obertriadischen Faunen glaubte daher E. v. Mojsisovics im Jahre 1896 den wichtigsten Unterschied zwischen seiner Mediterranen und Indischen Triasprovinz zu erkennen.

Auch dieser Unterschied zwischen den beiden Faunengebieten ist durch die Entdeckung der karnischen Klippenfauna in den exotischen Blöcken Nr. 2 und 5 von Malla Johar verwischt worden. Mit der Hallstätter Entwicklung ist hier eine in ihrem Gesamthabitus den alpinen Triasfaunen unvergleichlich näher stehende Cephalopodenfauna zum Vorschein gekommen.

Diese Fauna enthält julische und tuvalische Elemente in nahezu gleicher Stärke vermengt. *Arcestes* und *Cladiscites* sind nun die herrschenden Typen. Unter 40 Cephalopodenarten sind 16, also 40% mit mediterranen vollkommen oder beinahe identisch, nämlich:

Proclydonautilus triadicus Mojs.
Cladisciles crassestriatus Mojs.
» cf. *pusillus* Mojs.
» cf. *Gorgiae* Gemm.
Hypocladiscites subcarinatus Gemm.
Arcestes cf. *periolcus* Mojs.
» cf. *Richthofeni* Mojs.
» cf. *placenta* Mojs.

Proarcestes Gaytani Klipst.
» cf. *Ausseanus* Hau.
Placites perauctus Mojs.
Discotropites cf. *Sandlingensis* Hau.
Tropites cf. *subbullatus* Mojs.
Anatropites cf. *spinosus* Mojs.
Griesbachites cf. *Kastneri* Mojs.
Gonionotites cf. *italicus* Gemm.

Die Zahl spezifisch himalayischer Faunenelemente ohne nähere Beziehungen zu mediterranen reduziert sich in dieser Klippenfauna auf zehn. Unter diesen gehört jedoch nur *Tibetites bhotensis* Dien.[1] einer Gattung an, die nach dem heutigen Stande unserer Kenntnis außerhalb des Himamalayischen Reiches nicht vorkommt.

In den karnischen Klippenkalken ist das Maximum der Faunenverwandtschaft des himalayischen mit dem Mediterrangebiet erreicht. Gleichwohl ist selbst in ihnen der Bestand gewisser faunistischer Unterschiede keineswegs zu verkennen. Wenn wir bedenken, daß auch unter den auf die zoogeographischen Untersuchungen der rezenten Molluskenfaunen gegründeten Provinzen einige mehr als die Hälfte ihrer Spezies mit den Nachbarprovinzen gemein haben, so wäre zur Abtrennung einer Indischen von der Mediterranprovinz selbst für die Zeit der karnischen Stufe noch immer ein hinreichender Anlaß geboten. Keinesfalls aber darf übersehen werden, daß es in erster Linie die so durchaus gleichartigen Faziesverhältnisse in den Gebieten der Hallstätter Entwicklung im Salzkammergut und in den tibetanischen Klippen von Malla Johar waren, die so vielen mediterranen Typen den Weg nach Osten bis in die Malayische Region eröffneten.

In der norischen Stufe, die uns im Himalaya in der Hallstätter Entwicklung noch nicht bekannt ist, machen sich die Unterschiede gegenüber dem Mediterranen Reich selbst in den Hauptzügen der Fauna viel stärker geltend. Hier kommen vor allem für das Unternorikum die beiden Cephalopodenhorizonte der Juvavites beds in Spiti und der Halorites beds in Painkhanda in Betracht.

Painkhanda und Spiti zeigen während der Epoche des Unternorikums eine durchaus eigenartige faunistische Entwicklung, die keineswegs ausschließlich auf fazielle Differenzen zurückgeführt werden kann. Die reichere Fauna liegt in den Haloritenkalken des Bambanag Profils in Painkhanda. Die Liste der Cephalopodenarten, die E. v. Mojsisovics[2] auf Grund der Bearbeitung des von der Expedition des Jahres 1892 gesammelten Materials gegeben hat, ist später von mir auf Grund der Aufsammlungen A. v. Krafft's im Jahre 1900 vervollständigt und auf 67 Spezies erhöht worden.[3]

Die Hauptleitformen des Haloritenkalkes sind Haloriten aus der Gruppe der *acatenati* und zahlreiche Arten der spezifisch himamalayischen Gattung *Parajuvavites* Mojs. Ausschließlich himamalayische Faunenelemente sind ferner die Genera *Indonautilus* Mojs., *Bambanagites* Mojs., *Martolites* Dien., *Guembelites* Mojs., endlich *Thetidites* Mojs. und *Tibetites* Mojs. mit den Untergattungen *Anatibetites* und *Paratibetites* als Vertreter der mediterranen Genera *Metasibirites* und *Cyrtopleurites*. Nur vier Spezies sind mit solchen des Mediterranen Reiches identisch, nämlich:

---

[1] C. Diener: Die Fauna der tibetanischen Klippen von Malla Johar. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch.. Wien, CXVI, 1907, p. 603. — Upper Triassic and liassic faunae of the exotic blocks of Malla Johar. Palaeont. Indica, ser. XV, Vol. I, Pt. 1, 1908.

[2] E. v. Mojsisovics: Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya. Denkschr. kais. Akad. Wissensch., Wien, LXIII, 1896, p. 575—701. — Upper Triassic Cephalopod faunae of the Himalaya. Palaeontol. Indica, ser. XV, Himal. Foss., Vol. III, Pt. I, 1899.

[3] C. Diener: Note on some fossils from the Halorites limestone of the Bambanag cliff. Records Geol. Surv. India, XXXIV, 1906. p. 1.

Pinacoceras Metternichii Hau.
» *parma* Mojs.
» *postparma* Mojs.
Dionites cf. *Asbolus* Mojs.

Alle übrigen Arten, die sich außer den bereits genannten noch auf die Genera: *Clydonautilus, Paranautilus, Anatomites, Helictites, Dittmarites, Steinmannites, Clionites, Sirenites, Sandlingites, Arcestes* (sehr selten), *Placites* verteilen, sind autochthone Typen.

Auf den ersten Blick springt der gewaltige Unterschied in dem Verhältnis dieser Fauna zu den karnischen Faunen des Himalaya in ihren Beziehungen zu mediterranen Faunen in die Augen. Die Parallelisierung mit einer bestimmten Stufe des alpinen Norikums durch E. v. Mojsisovics gründet sich nicht mehr auf das Vorkommen übereinstimmender bezeichnender Arten, sondern nur noch auf eine Diagnose des Gesamtcharakters der Fauna und verliert dadurch erheblich an Sicherheit.

Eine zweite unternorische Fauna in Painkhanda (Zone des *Proclydonautilus Griesbachi* Mojs.) ist zu dürftig, um einen Vergleich mit anderen himalayischen und alpinen Faunen zuzulassen. Sie enthält in der Gattung *Metacarnites* Dien. ein spezifisch himamalayisches Faunenelement.

Die unternorische Cephalopodenfauna der Juvavites beds in Spiti weicht von jener des Haloritenkalkes in auffallender Weise ab. Nur drei Spezies aus den Gattungen *Indonautilus, Tibetites* und *Paratibetites* sind beiden Ablagerungen gemeinsam. Die leitenden Genera des Haloritenkalkes: *Halorites* und *Parajuvavites* fehlen in Spiti. Ihre Stelle nimmt *Juvavites angulatus* Dien. ein, der jedoch mit den mediterranen Gruppen der Gattung *Juvavites* keinerlei Verwandtschaft aufweist. Auch sonst zeigt unter den 20 Arten der Juvavites beds keine eine enge Verwandtschaft mit mediterranen Arten.

Die Sonderung der Lokalfaunen innerhalb des Himalaya während der norischen Epoche wird noch verschärft durch das eigentümliche Verhalten des norischen Anteils in der Fauna der Tropitenkalke von Byans. In dieser finden sich einerseits Beziehungen zur Fauna des Haloritenkalkes, anderseits zu jener der alpinen Hallstätter Kalke. Die ersteren sprechen sich in dem Auftreten von neun identischen Spezies und der großen Häufigkeit der spezifisch himamalayischen Gattung *Tibetites* aus. Auf die letzteren weisen die folgenden zwölf Arten hin:

Helictites cf. *geniculatus* Mojs.
» cf. *subgeniculatus* Mojs.
Phormedites fasciatus Mojs.
Parathisbites cf. *scaphitiformis* Hau.
» cf. *Hyrtli* Mojs.
Distichites cf. *Harpalos* Dittm.
Sirenites Evae Mojs.
» cf. *Dianae* Mojs.
» cf. *Argonautae* Mojs.
Didymites tectus Mojs.
Arcestes dicerus Mojs.
Cladiscites cf. *neortus* Mojs.

Die Beziehungen zum Mediterranen Reich nehmen also in den drei norischen Lokalfaunen des Himalaya in der Richtung von Westen nach Osten in überraschender Weise zu. Sie sind fast gar nicht angedeutet in Spiti, schwach ausgeprägt in Painkhanda, wesentlich stärker in Byans.

Da es nur ausnahmsweise möglich ist, unter den autochthonen Gattungen des Tropitenkalkes von Byans die karnischen und norischen Elemente zu scheiden, so mögen hier als für die Obertrias des Himalaya bezeichnend, beziehungsweise dem Mediterranen Reiche fremd die Genera und Subgenera:

Jellinekites Dien., *Trachypleuraspidites* Dien., *Himavatites* Dien., *Parajuvavites* Mojs., *Tibetites* Mojs., *Anatibetites* Mojs., *Paratibetites* Mojs., *Bambanagites* Mojs., ferner die Gruppen des *Sirenites Vredenburgi* Dien., *Drepanites Schucherti* Dien., *Clionites gracilis* Dien., *Distichites ectolcitiformis* Dien., *Tropiceltites arietitoides* Dien. und *Anatropites margaritiformis* Dien. summarisch genannt sein.

Im Unternorikum trägt jede einzelne Lokalfauna im Himalaya in höherem Maße als in jedem anderen Triashorizont des indischen Faunengebietes ein individuelles Gepräge. Spiti, Painkhanda und Byans müssen für diese Epoche als besondere Subregionen der einheitlichen himalayischen Provinz angesehen werden. In den höheren Abteilungen der norischen Stufe werden die faunistischen Verhältnisse im ganzen Zentralhimalaya wieder gleichförmiger. Allerdings erscheinen sie uns vielleicht nur deshalb so, weil wir Ammonitenfaunen aus diesen Bildungen nicht kennen. Zu beachten ist, daß *Monotis salinaria* Br., eine der bezeichnendsten Bivalvenformen unserer alpinen Hallstätter Kalke, sich wohl in Spiti, nicht aber in Painkhanda gefunden hat. Die Brachiopoden und Bivalven der über den Halorites beds, beziehungsweise Juvavites beds folgenden Bildungen der norischen Stufe sind fast durchaus autochthone, auf das himalayische Gebiet in ihrer Verbreitung beschränkte Arten. Die Beimischung mediterraner Elemente reduziert sich — von den Repräsentanten der Gattung *Monotis* abgesehen — auf je eine Brachiopoden- (*Spiriferina* cf. *Haueri* Suess) und Lamellibranchiatenspezies (*Entolium* cf. *subdemissum* Münst.).[1]

Zwischen den Triasbildungen von Byans und Hinterindien klafft in unseren Kenntnissen eine weite Lücke. Nur aus Muktinath am Oberlaufe des Flusses Kali und südlich von Lob Mantang in Nepal werden von F. R. Cowper-Reed[2] nach Wallich's Aufsammlungen Reste einer *Halobia* und von *Ptychites* zitiert. Auch sonst sind die Angaben über Triasvorkommen in der weiteren Umgebung des Himalaya so dürftige, daß die Grenzen gegen das Mediterrane Reich einigermaßen unscharf erscheinen, wie das bereits in dem vorangehenden zweiten Abschnitt dieser Abhandlung auseinandergesetzt wurde.

Eine Vertretung norischer Bildungen ist im Pamir[3] durch das Vorkommen von *Monotis salinaria* Br., *Halorella rectifrons* Bittn. und *Halorella pedata* sp., am Karakorumpass [4] durch Heterastridienkalke, im Pishindistrikt (Baludschistan)[5] durch *Monotis salinaria* Br., *Monotis Haueri* Kittl, *Halorites* sp. ind. aff. *subcatenato* Mojs., im oberen Zhobtal durch *Didymites afghanicus* Mojs.[6] angedeutet. Die marine Untertrias, deren Verbreitung in Ladakh durch ein vereinzeltes Vorkommen von *Flemingites peregrinus* Beyr.[7] sichergestellt ist, reichte in der himalayischen Entwicklung bis zum Semenowgebirge in Tibet. Aus den Aufsammlungen Futterer's konnte Schellwien von zwei Lokalitäten *Xenodiscus, Ophiceras* und *Monophyllites* bestimmen. [8]

Ein klassisches Entwicklungsgebiet der marinen Untertrias liegt im südwestlichen Vorfelde des Himalaya. Es ist die Salt Range. Sie entspricht während der skythischen Epoche, wie zur Zeit des Oberjura, einer Region neritischer Ausbreitung der himalayischen Tethys. Einen besseren Einblick in die stratigraphischen und faunistischen Verhältnisse als die älteren Arbeiten von A. B. Wynne[9] und W. Waagen[10]

---

[1] Nach E. Kittl (Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. Budapest, 1912, p. 170) kommt die echte *Monotis salinaria* zusammen mit der häufigeren *M. Haueri* in Südasien vor.

[2] F. R. Cowper-Reed: Fossils from Nepal. Geol. Magaz. London, Dec. V., Vol. V, new ser., 1908, p. 261.

[3] F. Teller und A. Bittner, in E. Suess: Beiträge zur Stratigraphie Zentralasiens. Denkschr. kais. Akad Wissensch. Wien, LXI, 1896, p. 460. (Nach den Aufsammlungen F. Stoliczka's nordöstlich von Ak-tasch.)

[4] P. Oppenheim: Über von Herrn A. v. Lecoq gesammelte Heterastridien vom Karakorumpaß (Kleintibet). Centralbl. f. Min., 1907, p. 722.

[5] E. Vredenburg: On the occurrence of a species of *Halorites* in the Trias of Baluchistan. Records Geol. Surv. India, XXXI, 1904, p. 162. — C. Diener: Notes on an upper-triassic fauna from the Pishin district, Baluchistan. Ibidem, XXXIV, 1906, p. 12.

[6] E. v. Mojsisovics: Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya, l. c., p. 610.

[7] F. Frech: Triasammoniten aus Kaschmir. Zentralbl. f. Min. etc., 1902, p. 134.

[8] E. Schellwien: Paläozoische und triadische Fossilien aus Ostasien. In K. Futterer: »Durch Asien«, III, p. 159.

[9] A. R. Wynne: On the geology of the Salt Range in the Punjab. Mem. Geol. Surv. India, XIV, 1878.

[10] W. Waagen: Fossils from the Ceratite formation. Palaeontol. Indica, ser. XIII, Salt Range Foss., Vol. II, 1895.

gewähren die neueren Untersuchungen von F. Noetling,[1] E. Koken und F. Frech, doch sind die abschließenden Ergebnisse einer Neubearbeitung der Fauna durch die beiden zuletzt genannten Forscher noch ausständig.

Wie im Himalaya folgt auch in der Salt Range die Trias konkordant über den permischen Meeresbildungen, doch sind die Bänke an der Grenze des permischen Productus-Kalkes und der triadischen Ceratiten-Schichten fossilleer. Perm sowohl als Untertrias sind in beiden Regionen ganz ungleichartig entwickelt. Im Himalaya herrschen in der Untertrias dunkle Schiefer und Kalke, in der Salt Range blaugrüne Tone, lichte Kalke, Kalksandsteine und Mergel in einer Gesamtmächtigkeit von 50 bis 70 *m* vor. Schon diese durchaus verschiedene Art der Ausbildung läßt eine faunistische Sonderung beider Gebiete erwarten. In der Tat unterscheiden sich die skythischen Faunen des Himalaya und der Salt Range ungeachtet ihres übereinstimmenden Gesamtcharakters hinreichend, um eine Parallelisierung der vier skythischen Cephalopodenzonen des Himalaya mit den sechs von Noetling in den Ceratiten-Schichten der Salt Range unterschiedenen Ammonitenhorizonten zu einer schwierigen Aufgabe zu machen.

Die Schwierigkeiten steigern sich, je tiefer man von der Oberkante des Skythikums gegen die Permgrenze nach abwärts geht. Über eine Homotaxie des durch das Auftreten der Gattungen *Stephanites* Waag. und *Sibirites* Mojs. ausgezeichneten oberen Ceratitenkalkes mit dem von A. v. Krafft entdeckten *Sibirites*-Horizont von Jolinka in Byans besteht zwischen den an der Diskussion über diese Frage beteiligten Autoren keine Meinungsverschiedenheit. Die Hedenstroemia-Schichten des Himalaya sind im allgemeinen dem Ceratiten-Sandstein (Schichten mit *Flemingites Flemingianus* De Kon.) und einem Teile der Ceratitenmergel (Noetling's Zone des *Koninckites volutus*), die Meekoceras beds der tieferen Abteilung des Ceratitenmergels (Noetling's Zone des *Prionolobus volutus*) und wohl auch noch dem unteren Ceratitenkalk gleichzustellen. Die *Otoceras-Ophiceras*-Fauna wird in der Salt Range vermißt. Die Frage, an welcher Stelle in der Schichtfolge sie dort zu suchen wäre, ist von Noetling, A. v. Krafft, Frech und mir sehr verschieden beantwortet worden, entsprechend der Ansicht, die jeder der genannten Forscher sich über die Führung der Perm-Triasgrenze im ostindischen Faunengebiet gebildet hat. Noetling sucht ihre Äquivalente in der Zone des *Euphemus indicus*, dem obersten Horizont des permischen Productus-Kalkes, obwohl deren Fauna keine einzige mit der *Otoceras*-Fauna identische Art aufweist, ja sogar der Charakter beider Faunen wesentlich verschieden ist. Mir scheint es den Tatsachen besser zu entsprechen, die fossilleeren Schiefer und Sandsteine an der Basis der Ceratiten-Schichten mit der Zone des *Otoceras Woodwardi* zu parallelisieren, jedenfalls aber diese Zone in nähere Beziehung mit den Ceratiten-Schichten als mit dem Productuskalk zu bringen, da wenigstens eine Ammonitenspezies, *Xenodiscus radians* Waag., dem unteren Ceratitenkalk und dem *Ophiceras*-Horizont des Himalaya gemeinsam ist.

Nur wenige Genera der Ceratiten-Schichten sind der Untertrias des Himalaya fremd, so die überhaupt seltenen Gattungen *Dinarites* Mojs., *Oleuckites* Hyatt (?), dessen Vorkommen in der Salt Range übrigens nicht feststeht, *Goniodiscus* Waag., *Kymatites* Waag. und *Parakymatites* Waag.[2] Doch sind unter diesen *Dinarites* und *Kymatites* auch im Mediterranen Reich vertreten. Dagegen ist wohl die überwiegende Mehrzahl der Arten der Ceratiten-Schichten autochthon. Vorläufig sind nur 13 mit der Untertrias des Himalaya gemeinsame Spezies bekannt. Wenngleich dieses Verhältnis durch die Neubearbeitung der Salt Range-Fauna eine Änderung erfahren mag und die Schwierigkeiten nicht übersehen werden dürfen, die einer direkten Identifizierung mit himalayischen Formen schon aus der auffallenden Verschiedenheit des Gesteinsmaterials erwachsen, so dürften doch die Differenzen hinreichend groß bleiben, um die Abtrennung der Salt Range vom Himalaya als eine besondere Subregion zu rechtfertigen. Daran ändert auch der universelle Charakter der Bivalvenfauna der Ceratiten-Schichten nichts, in der L. Waagen enge

[1] F. Noetling: Beiträge zur Geologie der Salt Range, insbesondere der permischen und triadischen Ablagerungen. N. Jahrb. für Min. Beil. Bd. XIV, 1901, p. 448–468. — Die Salt Range in Lethaea mes. I 2, Asiat. Trias, 1905, p. 159.

[2] Die Selbständigkeit der Gattungen *Ambites* Waag. und *Paranorites* Waag. läßt sich wohl nicht aufrecht halten. Beide fallen in die Synonymenliste von *Meekoceras* Hyatt.

Beziehungen zur mediterranen und germanischen Trias einerseits, zu jener des Ussurigebietes bei Wladiwostok andrerseits erkannt hat. [1]

Beziehungen zur kontinentalen Trias des Gondwanalandes werden durch das von Noetling[2] mitgeteilte Vorkommen von *Ceratodus* im oberen und eines mit *Gonioglyphus longirostris* Huxl. Ähnlichkeit aufweisenden Stegocephalenschädels im unteren Ceratitenmergel angedeutet.

Andere Glieder der marinen Trias als die skythische Stufe sind in der Salt Range nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Die stratigraphische Stellung der über den Ceratiten-Schichten folgenden Dolomite und Sandsteine, die zum Teil der »Variegated series« Wynne's zufallen, ist zweifelhaft. Waagen hielt sie auf Grund des Fundes von *Pseudharpoceras spiniger* in einer Bank gelben Kalksteins im Hangenden der Dolomitstufe für obere Trias. Koken läßt die Möglichkeit offen, daß wenigstens ein Teil der Sandsteine bis zu einer Bank mit *Waldheimia* und Wirbeltierresten im Profil von Amb obertriadisch sei, Noetling hingegen glaubt »mit verhältnismäßig großer Bestimmtheit behaupten zu dürfen, daß in der Salt Range die obere Trias fehlt«.[3]

B. Himamalayische Spuren in Vorderasien.

In der Fortsetzung der Induslinie treffen wir schon bei Ravnau in Darwas auf Werfener Schichten in mediterraner Entwicklung, die uns anzeigen, daß hier die Grenze zwischen dem mediterranen und dem ostindischen Faunengebiet bereits überschritten ist. Dagegen läßt sich die skythische Stufe in himamalayischer Entwicklung weit nach Westen bis in das Grenzgebiet von Russisch-Armenien und Persien verfolgen.

Triasbildungen sind hier in dem zuerst durch Abich's Forschungen berühmt gewordenen Profil der Araxesenge bei Djulfa durch A. Stojanow und P. Bonnet nachgewiesen worden.

In diesem Profil liegt nach den Untersuchungen von Stojanow[4] unmittelbar über dem dritten permischen Cephalopodenhorizont mit *Popanoceras Tschernyschewi* eine 30 *m* mächtige Schichtfolge von roten Mergeln und Mergelkalken ohne Fossilien. Dann folgt eine Bank mit untertriadischen Cephalopoden, die fast ausnahmslos nahe Beziehungen zur skythischen Ammonitenfauna Indiens zeigen.

Stojanow parallelisiert diesen Cephalopodenhorizont mit den Hedenstroemia beds des Himalaya. Es ist richtig, daß einige Arten der Gattung *Xenodiscus* (*X.* cf. *nivalis* Dien., *X.* aff. *Kapila* Dien.) und auch diejenigen Formen, die Stojanow unter dem neuen Gattungsnamen *Paratirolites* zusammenfaßt, die aber von *Xenodiscus s. s.* wohl nur sehr schwer getrennt werden können, ihre nächsten Verwandten in den Hedenstroemia beds besitzen. Andrerseits jedoch gehören gerade die beiden einzigen spezifisch sicher mit indischen Arten zu identifizierenden Ammoniten aus der Untertrias von Djulfa, *Xenodiscus radians* Waag. und *X. rotula* Waag.,[5] in Spiti einem tieferen Niveau, wahrscheinlich den Meekoceras beds, vielleicht sogar der *Ophiceras*-Zone an. Die von Stojanow zu *Stephanites* Waag. gestellten Formen sind kaum sicher zu deuten, noch weniger der als *Balatonites* (?) cf. *euryomphalus* Ben. bestimmte Ammonit, der eher an *Inyoites* Hyatt et Smith anzuschließen sein dürfte. Es könnte daher hier, ähnlich wie in

---

[1] L. Waagen: Werfener Schichten in der Salt Range. Centralbl. f. Miner. etc., 1900, p. 285.

[2] F. Noetling: Beiträge zur Geologie der Salt Range, l. c., p. 467.

[3] E. Koken: Kreide und Jura in der Salt Range. Centralblatt f. Miner. etc., 1903, p. 439. — F. Noetling: Asiatische Trias, l. c., p. 170.

[4] A. A. Stojanow: On the character of the boundary of Palaeozoic and Mesozoic near Djulfa. Verhandl. kais. Russ. Mineral. Ges. St. Petersburg, 1910, XLVII, p. 61—135. — Wie gezwungen die Deutung dieses Profils durch Stojanow und wie wenig die Annahme einer von Osten nach Westen fortschreitenden Transgression der Hedenstroemia beds in den tatsächlichen Verhältnissen begründet ist, hat G. v. Arthaber (Die Trias von Albanien, l. c., p. 194) auseinandergesetzt. Die Schichtfolge an der Perm-Triasgrenze ist im Profil von Djulfa ebenso lückenlos wie im Himalaya oder im Gebiet der Ablagerung des Bellerophonkalkes in den südlichen Ostalpen.

[5] A. Stojanow, l. c., p. 118, Anm.

den Meekoceras beds Californiens, sehr wohl eine aus Elementen der indischen Meekoceras- und Hedenstroemia beds gemischte Fauna vorliegen.

Über diesem Cephalopodenhorizont folgen 56 *m* fossilleerer Mergel und Mergelkalke, dann graue Mergel, 6 *m* mächtig, mit Bivalven von Werfener Habitus. Wahrscheinlich sind es Bivalven aus diesem Niveau, auf die seinerzeit E. v. Mojsisovics[1] seinen Nachweis einer Vertretung der Werfener Schichten in Abich's Profil der Araxesenge gegründet hat.

Ein noch höherer Komplex von Mergeln und Kalken von 200 *m* Mächtigkeit hat bisher keine Fossilien geliefert. Er bringt die mesozoische Schichtserie nach oben zum Abschluß und wird von tertiären Konglomeraten und Sandsteinen diskordant überlagert.

Von Stojanow's Angaben weicht P. Bonnet[2] in seinem vorläufigen Bericht über seine zweite Begehung des Profils von Djulfa im Jahre 1911 in einigen wesentlichen Punkten ab. Seinen Mitteilungen zufolge geht das permische *Gastrioceras* noch in die ammonitenführenden Schichten der Untertrias hinauf. Über den Bivalvenschichten mit *Pseudomonotis* (*Claraia*) cf. *Clarai* beobachtete auch er zunächst fossilarme Mergelkalke von 200 *m* Mächtigkeit, die dem Muschelkalk Lothringens, Süddeutschlands und der Provence faziell sehr ähnlich sind, darüber jedoch noch eine weitere konkordante Schichtserie von 700 *m* Mächtigkeit, aus dunklen Kalken und Zellendolomiten bestehend. Bonnet rechnet sie der oberen Trias zu und betont ihre Ähnlichkeit mit dem Hauptdolomit. In der Tat spricht für eine solche Zuweisung zur Obertrias die Überlagerung durch fossilführendes Bajocien, das von der angeblichen Obertrias durch eine 100 *m* mächtige Platte eines basischen Eruptivgesteins getrennt wird.

P. Bonnet[3] hat diese Schichtfolge auch in nordwestlicher Richtung auf kaukasischem Gebiet bis in das Massiv des Kazan Jaila und Daralagöz verfolgt.

Auch hier liegt unter dem fossilführenden Bajocien zunächst eine gewaltige Masse fossilleerer Zellendolomite. Zwischen diesen Zellendolomiten unbestimmten, aber wahrscheinlich mittel- oder obertriadischen Alters und den Fusulinenkalken des Oberkarbon im Liegenden erscheinen Perm und Untertrias auf eine Schichtfolge roter und grauer Kalke von nur 30 *m* Mächtigkeit — gegenüber 180 *m* im Profil von Djulfa — reduziert.

Die wichtigsten Glieder dieser Serie sind von oben nach unten:

f) Graue Kalke mit *Pseudomonotis* cf. *Clarai* und zahlreichen Meekoceratiden. 20 *m*.

e) Rote Kalke mit *Stephanites Waageni* Stoj. und *Paratirolites* cf. *Dieneri* Stoj. 2 *m*.

d) Rote Kalke mit *Gastrioceras Abichianum* Möll., *Xenodiscus Mojsisovicsi* Stoj., *Paratirolites Kittli* Stoj. 1 *m*.

c) Rötliche Kalke mit vielen *Otoceras, Gastrioceras Abichianum* und vereinzelten *Productus*-Arten. 50 *cm*.

b) Rote Crinoidenkalke, reich an Brachiopoden. 2 *m*.

a) Graue Brachiopodenkalke, in den höheren Lagen mit *Otoceras trochoides* und *Hungarites Raddei* Ab. 5—8 *m*.

Die Grenze zwischen Perm und Untertrias läßt sich hier schärfer als im Profil von Djulfa fixieren. Bonnet zieht sie mit Recht zwischen *c)* und *d)*, knapp über dem Hauptlager des *Otoceras tropitum* Ab. und parallelisiert erst die Schichtgruppe *f)* mit ihren zahlreichen, leider schlecht erhaltenen Meekoceratiden mit den Hedenstroemia beds des Himalaya. *Gastrioceras Abichianum* ist als eine Superstitenform inmitten einer Fauna von untertriadischem Gepräge anzusehen.

---

[1] E. v. Mojsisovics: Zur Altersbestimmung der Sedimentärformationen der Araxesenge bei Djulfa in Armenien. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst., 1879, p. 171.

[2] P. Bonnet: Le Mésozoique de la gorge de l'Araxe près de Djoulfa. Compt. rend. Acad. d. sci. Paris, 20 mai 1912.

[3] P. et N. Bonnet: Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique dans le massif du Kazan-Jaila (Transcaucasie). Ibidem 6 mars 1911. — P. Bonnet: Sur le Permien et le Trias du Daralagöz. Ibidem, 17 juin 1912.

So dürftig und in manchen Punkten einander widersprechend die Angaben von Stojanow und Bonnet sind, so reichen sie doch aus, den himamalayischen Charakter der untertriadischen Cephalopodenfauna im Profil von Djulfa und im Zuge des Kazan-Jaila sicherzustellen und den großen Unterschied erkennen zu lassen, der zwischen der Ausbildung der skythischen Stufe in Transkaukasien und der alpinen Werfener Fazies von Ravnau in Darwas besteht.

Durch die Ergebnisse der Untersuchungen der beiden genannten Forscher sind die älteren Vorstellungen über die Ausbreitung der himamalayischen Triasentwicklung nach Westen in erheblicher Weise berichtigt worden.[1] Der starke himamalayische Einschlag in der skythischen Fauna von Kčira wird leichter verständlich, seit die westliche Grenze der geschlossenen Ausbreitung ostindischer Triasfaunen nunmehr dieser Lokalität um fast 1000 *km* nähergerückt worden ist.

Die Verbindung der armenischen Trias mit jener Ostindiens dürfte auf dem Wege über die Zagrosketten und über Zentralpersien stattgefunden haben. In einem Bericht über die Persien-Expedition O. Niedermayer's[2] ist mir die Angabe aufgefallen, daß in einer der Ketten des Schahabdulazim Gebirges (SE von Teheran) die Auflagerung von Muschelkalk in der germanischen Fazies — also vermutlich Plattenkalke mit Bivalvensteinkernen, wie im Profil der Araxesenge und am Daralagöz — auf Oberkarbon beobachtet worden sei. Aus dem Alburs und Paropamisus liegen bisher keine Anzeichen für ein Vorkommen der marinen Trias vor.[3] Auch ihr Auftreten im westlichen und nördlichen Afghanistan ist durch die Untersuchungen H. Hayden's sehr zweifelhaft geworden.

C. L. Griesbach[4] traf auf seinen Reisen in der Provinz Herat und im nördlichen Afghanistan auf der Route von Kabul nach Mazar-i-Scherif einen mehr als 1000 *m* mächtigen Komplex von Konglomeraten, kohlenführenden Sandsteinen und Schiefern, den er in die Trias verwies, weil er in der tieferen Abteilung der Sandsteine bei Chahil Meeresmuscheln entdeckt hatte, die er teils mit *Monotis salinaria*, teils mit *Daonella Lommeli* identifizieren zu können glaubte. F. Noetling[5] hat später diese Entwicklung der afghanischen Trias im Hinblick auf den Wechsel von marinen und limnischen, pflanzenführenden Sedimenten mit den Kwalu-Schichten in Sumatra verglichen. Der von Griesbach zur Obertrias gestellte Schichtkomplex entspricht der Saigham series Hayden's.[6] Die sehr zweifelhaften Bestimmungen der beiden Muscheln aus den marinen Einschaltungen bei Chahil haben durch Seward's Untersuchung der von Hayden gesammelten Pflanzenreste, die der jurassischen Flora des Kaukasus und Russisch Turkestans angehören, jede Beweiskraft verloren.

Hayden meint, daß vielleicht in der die Saigham series unterlagernden, vorwiegend aus vulkanischen Gesteinen zusammengesetzten Duab series eine Vertretung der oberen Trias und des Lias erblickt werden könnte. Auf alle Fälle ist das Vorkommen triadischer Meeresbildungen im westlichen und nördlichen Afghanistan, das man nach Griesbach's Mitteilungen bisher für gesichert halten durfte, wieder fraglich geworden.

Für eine Verbindung der hocharmenischen und ostindischen Triasablagerungen auf dem Wege über die Zagrosketten bietet vorläufig nur Blanford's Fund von *Myophoria omanica* Dien. bei Elphinstone inlet auf der Halbinsel Masenderan in Oman eine Stütze. Diese Art, die von W. T. Blanford im Jahre 1872 zusammen mit Kreideexogyren von ausgeprägt kretazischem Habitus gesammelt und schon von

---

[1] Vgl. F. Noetling: Asiatische Trias, Lethaea mes. I/2, 1905, p. 115, 119.

[2] Die Persien-Expedition O. Niedermayer's. Mitteil. Geograph. Ges. München, VIII, 1913, p. 38.

[3] Stahl (Persien, Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von Steinmann u. Wilckens, V/6, Heidelberg, 1911. p. 12) meint, daß allerdings Ablagerungen der marinen Trias in Persien bisher nicht sicher nachgewiesen seien, daß aber ihr Vorkommen nicht als ausgeschlossen gelten könne, und führt an mehreren Lokalitäten Bildungen an, »die die Berechtigung haben, für Triassedimente gehalten zu werden.«

[4] C. L. Griesbach: Field notes from Afghanistan. Records Geol. Surv. of India, Calcutta, 1886, XIX, p. 245.

[5] F. Noetling: Asiatische Trias, l. c., p. 121. — Das Zusammenvorkommen von *Daonella Lommeli* und *Monotis salinaria* ist an sich überaus unwahrscheinlich, auch wenn man mit Noetling für die erstere *D. indica* substituiert.

[6] H. Hayden: The geology of Northern Afghanistan. Memoirs Geol. Surv. India, Calcutta 1911, XXIX, Pt. 1, p. 30—34.

F. Stoliczka[1] als triadisch angesprochen worden ist, gehört in die nächste Verwandtschaft der alpinen *M. inaequicostata* Klipst. und spricht mit großer Wahrscheinlichkeit für eine Vertretung der marinen Trias am Ausgange des Persischen Golfes.[2]

In den reichen paläontologischen Sammlungen der Expedition Morgan's in Westpersien (Bachtiarengebiet, Luristan, Susistan) werden triadische Fossilien auffallender Weise vermißt.[3]

C. Hinterindien und Südchina.

Das Übergangsgebiet zwischen den marinen Triasablagerungen des Himalaya und Hinterindiens ist vorläufig eine geologische Terra incognita. Immerhin kann es trotz gewisser Unterschiede in der Entwicklung keinem Zweifel unterliegen, daß während der ganzen Triasperiode zwischen beiden Gebieten eine dauernde Meeresverbindung bestand.

Die lokale Sonderung scheint ihr Maximum zur Zeit der obersten Trias erreicht zu haben.

Während im Himalaya allenthalben, so weit wir dessen Sedimentärzonen bisher kennen, die oberste Abteilung der Trias in einer einförmigen, dem alpinen Dachsteinkalk vergleichbaren Fazies gebankter, Megalodonten führender Kalke ausgebildet erscheint, in der eine rhätische Fauna noch an keiner Stelle aufgefunden worden ist, treffen wir die rhätische Stufe in den Shan-Staaten von Burma in der eigentümlichen Ausbildung der Napeng beds.

Eine Fauna der Napeng beds ist zuerst von La Touche und Datta in den tonigen und kalkigen Schiefern unweit der Eisenbahn von Mandalay nach Lashio entdeckt worden. Miß Maud Healey[4] hat die Fossilien bearbeitet, die einer befriedigenden Bestimmung infolge ihres mangelhaften Erhaltungszustandes allerdings erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellten. Die Fauna enthält 45 spezifisch bestimmbare Arten von Bivalven, daneben einige wenige Gastropoden — darunter *Promathildia* — Brachiopoden und Korallen.

Miß Healey hält das rhätische Alter dieser Fauna für gesichert, obwohl nur drei Bivalvenarten mit solchen aus der rhätischen Stufe des Mediterranen Reiches direkt identisch, vier weitere sehr nahe verwandt sind. Allerdings befindet sich unter den ersteren das Leitfossil der Kössener Schichten *Avicula contorta* Portl. Unter den übrigen 15 Spezies, die mit europäischen einige Ähnlichkeit zeigen, finden sich solche mit Anklängen an Formen aus der Unter-, Mittel- und Obertrias und aus dem Unterlias. Einen altertümlichen Einschlag in die Fauna der Napeng beds bringen die sonst nur aus dem Palaeozoikum bekannten Gattungen *Conocardium* und *Modiolopsis*. Ihr Auftreten, zusammen mit vier auf die Napeng beds beschränkten, eigentümlichen Gattungen: *Catella, Burmesia, Prolaria, Datta*, von denen für die drei letzteren sogar eine neue Familie errichtet werden mußte, verraten eine sehr auffallende Differenzierung der rhätischen Bivalvenfauna zwischen dem Mediterranen und dem Himamalayischen Reich und erklären Noetling's[5] Verdacht gegen ein triadisches Alter dieser Schichtgruppe. Fast hat es den Anschein, als würde nach den engen Beziehungen der beiden Reiche zur Zeit der Mittel- und Obertrias die auffallende Trennung ihrer Faunen aus der untertriadischen Epoche während der rhätischen Stufe neuerdings aufleben.

Die Verbreitung der rhätischen Napeng beds läßt sich mit Sicherheit ostwärts durch das nördliche Laos bis zur Küste des Golfes von Tonkin, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch südwärts entlang einer dem Verlauf des Burmanischen Faltenbogens entsprechenden Zone auf die Malayische Halb-

---

[1] Records Geol. Surv. of India, V. Calcutta, 1872, p. 76.

[2] C. Diener: Note on some fossils from the sedimentary rocks of Oman (Arabia). Records Geol. Surv. of India, XXXVI, 1908, p. 156.

[3] Vgl. J. Morgan: Mission scientifique en Perse. Etudes géologiques. Ptie. IV, Mollusques foss. par H. Douvillé, Paris, 1904.

[4] Miß Maud Healey: The fauna of the Napeng or rhaetic beds of Upper Burma. Palaeontol. Indica, new ser. Vol. II, Nr. 4, 1908.

[5] E. Noetling: Asiatische Trias. Lethaea mes. II/2, 1905, p. 175.

insel verfolgen. Hier werden von Miß Healey die Myophorien-Sandsteine am Lipisfluß im Sultanat Pahang, deren Lamellibranchiatenfauna zuerst R. B. Newton[1] als norisch oder rhätisch erkannt hat, zu den Napeng-Schichten gestellt. Bei dieser Parallelisierung darf aber die Tatsache nicht außer acht gelassen werden, daß Schichten mit einer der Napeng-Fauna sehr ähnlichen Vergesellschaftung von Lamellibranchiaten sich auch an der Westküste von Sumatra im Hochland von Padang gefunden haben, die wahrscheinlich in die norische Stufe gehören, wie in einem späteren Kapitel dieses Abschnittes noch näher auseinandergesetzt werden soll. Es wäre also immerhin möglich, daß die Schichten am Lipisfluß nicht den burmesischen Napeng beds, sondern den sumatranischen Padang-Schichten im Alter gleichstehen.

Sonst wird aus Burma marine Trias nur aus dem Karenidistrikt von Noetling[2] zitiert, der Halobien- und Daonellenkalke von einer nicht näher bekannten Lokalität in den Sammlungen der Geological Survey of India in Calcutta erwähnt.

Außerhalb des Burmanischen Bogens erscheint die Fazies der Napeng beds im nördlichen Laos, wo sie H. Mansuy[3] nach den Aufsammlungen von Zeil festgestellt hat, und in großer Mächtigkeit am Westrand des Deltas des Roten Flusses in Tonkin. Es handelt sich hier um Bildungen, die in unmittelbarer Nähe einer Küste zum Absatz gelangt sind und deren rhätisches Alter J. Deprat durch die Beobachtung einer Wechsellagerung mit pflanzenführenden Schichten der rhätischen Stufe bei Hongay außer Zweifel setzen konnte. [4]

So bilden die Malayische Halbinsel und die Küste des Golfes von Tonkin die äußersten Vorposten dieser eigentümlichen Rhätfauna der Napeng beds, die gegenüber den Hochgebirgskalken des Himalaya ein in größerer Nähe der Küste abgelagertes Sediment der Flachsee darstellen, wie ihre engen Beziehungen zur kontinentalen Trias in Laos und Tonkin beweisen.

Der Verbreitung der Napeng beds gegen Osten folgend, gelangen wir aus dem Himalaya in ein zweites Gebiet mit mächtiger Entwicklung einer vielleicht kaum weniger vollständigen Serie triadischer Meeresbildungen in Nord-Annam und Tonkin. Seit der Feststellung der marinen Obertrias am Oberlauf des Roten Flusses in Tonkin durch die Entdeckung von *Juvavites tonkinensis* im Jahre 1896 [5] ist unsere Kenntnis der marinen Trias in Französisch-Hinterindien durch Zeil, Lantenois, Counillon und andere Mitarbeiter der geologischen Landesaufnahme,[6] vor allem aber durch die geologischen Arbeiten von J. Deprat und die paläontologischen Untersuchungen von H. Mansuy so sehr gefördert worden, daß sich heute bereits ein allerdings noch immer sehr lückenhaftes Bild der triadischen Sedimente der Tethys in dieser Region entwerfen läßt. Ich folge dabei im wesentlichen den beiden übersichtlichen Darstellungen von Deprat aus dem Jahre 1913.[7]

Im Gegensatz zur Salt Range und dem Himalaya ist das Auftreten der Untertrias in Indochina ein ausgesprochen transgressives über einem alten Relief. Zwischen die Ablagerungen der permischen Fusulinenkalke und der ältesten skythischen Bildungen fällt eine Lücke in der marinen Schichtreihe.

In Nord-Annam besteht die ganze Untertrias in einer Mächtigkeit von 600 *m* aus Arkosen, Quarziten und roten Sandsteinen, denen — abgesehen von dem Basiskonglomerat — immer wieder gelegentlich

---

[1] R. B. Newton: On marine Triassic Lamellibranchiata discovered in the Malay Penninsula. Proceed. Malacol. Soc. London, IV, 1900.

[2] F. Noetling, l. c., p. 174.

[3] H. Mansuy: Mission Zeil dans le Laos septentrional. Résultats paléontologiques. Mém. Serv. géol. Indochine. Vol. I, fasc. IV, 1912, p. 50. Auch bei Luang Prabang, wo die eigentliche Trias nur durch Kontinentalbildungen (Konglomerate und bunte Tone mit Dicynodon) vertreten ist, sind die Napeng beds (l. c., p. 30) angedeutet.

[4] J. Deprat: Les séries stratigraphiques en Indochine et au Yunnan. Mém. Serv. géol. Indochine. Vol. II, fasc. II, Hanoi-Haiphong, 1913, p. 79.

[5] C. Diener: Note sur deux espèces d'ammonites trias. du Tonkin. Bull. Soc. géol. de France, 3. sér., T. XXIV, 1896, p. 882.

[6] G. Zeil, H. Lantenois, R. de Lamothe: Contribution a l'étude géol. de l'Indochine. Mém. Soc. géol. de France, IV. sér., T. I, 1907, Mém. No. 4.

[7] J. Deprat: Etude préliminaire des terrains triasiques du Tonkin et du Nord-Annam. Mém. Service géol. de l'Indochine, Vol. II, fasc. II, Hanoi-Haiphong, 1913, p. 23—45 und: Les séries stratigraphiques en Indochine et au Yunnan. Ibidem, p. 76.

Konglomeratbänke eingelagert sind. Gelbe und schwarze Schiefer, die sich im Distrikt von Langson (Tonkin) in einem ziemlich hohen Niveau dieser Serie einschalten, haben einige Ammoniten und Bivalven der skythischen Stufe geliefert. Die Fauna enthält nach den Mitteilungen von H. Mansuy[1] zusammen mit drei himalayischen Spezies zwei Arten mit andinen Beziehungen, deren Bestimmung jedoch keineswegs gesichert ist.[2]

Bezeichnend für die tonkinesische Untertrias ist die außerordentliche Seltenheit und geringe Mächtigkeit kalkiger Sedimente. Auch in der mittleren Trias von Nord-Annam stellt sich ein fossilführender Kalkzug von bedeutenderer Mächtigkeit (140 *m*) erst 400 *m* über der Oberkante der skythischen Stufe ein. Die tieferen Lagen dieses Kalkzuges sind bei Hoang-mai reich an Gastropoden von mitteltriadischem Gepräge. Die spezifisch bestimmbaren sind durchwegs neu, zeigen jedoch nahe Verwandtschaft mit himalayischen (*Worthenia annamensis*), beziehungsweise mediterranen Arten (*Omphaloptychia orientalis*). Die höheren Lagen haben bei Khoa-truong eine Anzahl von anisischen Cephalopoden geliefert, die indessen nach den Mitteilungen von H. Mansuy[3] außer *Cuccoceras* cf. *Yoga* Dien., das auch im Muschelkalk des Himalaya vorkommt, und *Orthoceras* cf. *campanile* Mojs. teils neu, teils spezifisch nicht bestimmbar sind. Die Gattung *Cuccoceras* Dien., die durch nicht weniger als sechs Arten hier vertreten ist, scheint in der Ammonitenfauna dieses Niveaus eine große Rolle zu spielen. Außerdem zitiert Mansuy aus demselben *Dinarites Deprati* — eine neue Art aus der Verwandtschaft des *D. Doelteri* Mojs. — und *Balatonites* (?) *Lemoinei*, endlich mehrere ganz unsichere Arten von *Beyrichites, Ceratites* und *Celtites* (?).

Das Vorkommen des Genus *Balatonites* Mojs., das wir sonst wohl aus der Mitteltrias des Mediterranen und Andinen Reiches, nicht aber aus dem himamalayischen Faunengebiet kennen, würde ein erhebliches Interesse beanspruchen dürfen, wenn es besser als durch Mansuy's unzureichende Abbildung (l. c., Pl. IV, Fig. 8) und Beschreibung beglaubigt wäre.

In dem Profil von Khoa-truong trifft man über dem Kalkstein mit *Cuccoceras* eine Wechsellagerung von Kalken und Mergeln mit *Ceratites* cf. *trinodosus* Mojs. und einigen neuen Arten aus dessen nächster Verwandtschaft (*Ceratites Phat* etc.). In der Grenzregion der anisischen gegen die ladinische Stufe greift eine Wechsellagerung von Mergeln mit Sandsteinen Platz. Aus diesem Niveau stammen *Ceratites* cf. *Kuvera* Dien. und *Proarcestes Balfouri* Opp. In der ladinischen Stufe gewinnt die Sandsteinfazies die Oberhand. Diese Stufe ist bisher nur aus Tonkin bekannt. Auf Wengener Schichten weisen vereinzelte Funde (*Protrachyceras* cf. *Archelaus* Lbe., *Proarcestes* cf. *csinensis* Opp.) hin. Jenes Bild einer beschränkten Verbreitung der ladinischen Stufe, das uns die Profile im Himalaya boten, wiederholt sich auch in Indochina.

Erst die karnische Stufe tritt wieder in weiter räumlicher Verbreitung und mit sehr gleichmäßigen Merkmalen auf. In dieser Stufe stellen die Schichten mit *Myophoria inaequicostata* Klipst. den bestbekannten und an verschiedenen Lokalitäten (Phu-tin-gia in Nord-Annam, Van-yen im Becken des Schwarzen Flusses, Phu-yen, Lang-son in Tonkin) sichergestellten Triashorizont in Hinterindien dar.

Die tonkinesischen Myophorien-Schichten enthalten in Mergeln, Sandsteinen und Schiefern eine Bivalvenfauna, die an jene von St. Cassian und Raibl anklingt. Die engen Beziehungen zum Mediterranen Reich werden durch das Auftreten der nachstehenden Formen gekennzeichnet:

Myophoria cf. *Goldfussi* Alb.
» *inaequicostata* Klipst.
Palaeoneilo cf. *faba* Wissm.
Hoferia cf. *duplicata* Münst.
Pecten cf. *tubulifer* Münst.

---

[1] H. Mansuy: Contribution à la carte géol. de l'Indochine, Paléontologie, Hanoi, 1908, p. 62.

[2] Vgl. G. v. Arthaber: Die Trias von Albanien. Beitr. Geol. u. Paläont. Österr. etc., XXIV, 1911, p. 191.

[3] H. Mansuy: Paléontologie de l'Annam et du Tonkin. Mém. Service géol. Indochine. Vol. II, fasc. III, Hanoi Haiphong 1913, p. 25 ff.

Lima cf. *subpunctata* Orb.
Avicula cf. *Cassiana* Bittn.
Hoernesia cf. *Joannis Austriae* Klipst.
Cuspidaria cf. *semiradiata* Stopp.
Pachycrisma cf. *rostratum* Lbe.

Zu einem Vergleiche dürfen wohl auch die Myophorienkalke von Kaschmir herangezogen werden, deren Bivalvenfauna trotz ihrer Artenarmut gleichfalls starke Anklänge an die karnischen Pelecypodenfaunen des Mediterranen Reiches aufweist. Auch in Kaschmir sind mehrere bezeichnende Formen der indochinesischen Myophorien-Schichten durch sehr nahe Verwandte, vielleicht sogar durch identische Typen repräsentiert, wie dies die nachfolgende Tabelle erkennen läßt.

Kaschmir.	Tonkin.
Myophoria sp. ind. aff. *Whatelyae* v. Buch.	*M. inaequicostata* Klipst.
Lima cf. *subpunctata* Orb.	*L.* cf. *subpunctata* Orb.
Pecten (*Chlamys*) *Middlemissii* Dien.	*P.* cf. *tubulifer* Münst.

In den Profilen von Phu-yen werden die Myophorien-Schichten von dünnbankigen Mergeln und Sandsteinen mit *Daonella indica* Bittn. überlagert, einer der bezeichnendsten Daonellenspezies der ladinischen und karnischen Stufe im Himalaya.

Die Sandsteinfazies dauert durch die ganze obere Trias in Indochina an, während Kalke außerordentlich zurücktreten. Mit einer Fazies, die an jene der Grey beds in Spiti erinnert, stellt sich im Becken des Schwarzen Flusses auch eines der auffallendsten Leitfossilien dieses julischen Horizonts im zentralen Himalaya, die Bivalvengattung *Pomarangina* Dien. ein.[1] Ein tuvalisches Niveau wird angedeutet durch einen Cephalopodenhorizont in Phu-yen mit *Palicites Mojsisovicsi* Gemm. und je einer neuen Art der Genera *Sageuites* und *Discotropites*. Mansuy[2] erblickt in dieser Fauna nähere Beziehungen zur sizilianischen als zur himalayischen Obertrias. An anderen Stellen haben sich spezifisch unbestimmbare Repräsentanten der Gattung *Tropites* in diesem Niveau gefunden, und ein wenig höher, gerade wie in Spiti, *Lima* cf. *austriaca* Bittn. Auch *Juvavites tonkinensis* Dien., der aus dem Bambanagprofil im Himalaya aus den mittel- oder oberkarnischen Schichten mit *Halobia comata* Bittn. bekannt ist, weist auf diesen Horizont, nicht auf die norische Stufe hin.[3]

Auch im nördlichen Laos ist die karnische Stufe durch Halobienschichten vertreten.[4]

Viel weniger sicher erscheint bis heute noch eine Vertretung der norischen Stufe in den obertriadischen Mergeln und Sandsteinen von Tonkin (Horizont von Ban-bang). Die Beweiskraft der von Mansuy als norisch angesprochenen Ammoniten (*Clionites* cf. *Salteri* Mojs., *Paratibetites* sp. ind.) wird

---

[1] H. Mansuy: Sur la présence du genre *Pomarangina* Dien. du Trias de l'Himalaya dans le Trias du Tonkin. Mém. Service géol. de l'Indochine, Vol. II, fasc. V, Hanoi-Haiphong, 1913, p. 34.

[2] H. Mansuy: Paléontologie de l'Annam et du Tonkin. Ibidem, Vol. II, fasc. III, 1913, p. 40ff.

[3] J. Deprat (Etude prélim. etc., l. c., p. 41) parallelisiert die Schichten mit *Juvavites tonkinensis* am Oberlauf des Schwarzen Flusses mit den Juvavites beds von Spiti. Für eine solche Parallelisierung bietet *J. tonkinensis*, der zu *J. angulatus* Dien. aus Spiti keinerlei Verwandtschaft zeigt, keinen Anlaß. Schon in seiner äußeren Erscheinung schließt er sich näher an die karnischen als an die norischen Juvaviten des Mediterranen Reiches an. Seine Entdeckung in den Schichten mit *Halobia comata* im Bambanagprofil stellt sein karnisches Alter außer Zweifel.

[4] Die von H. Mansuy (Mission Zeil dans le Laos septentrional, Résultats paléontologiques. Mém. Serv. géol. Indochine, Vol. I, fasc. IV, Hanoi-Haiphong, 1912) mit *Halobia insignis* Gemm. verglichene Form (Pl. IX, fig. 13) gehört ohne Zweifel in die Gruppe der *Halobia rugosa*. Die Rippen sind wellig hin- und hergebogen und von einer sehr auffallenden Knickungszone durchsetzt. Die Wirbelregion ist mit kräftigen konzentrischen Runzeln versehen. Alle diese Merkmale entfernen die laotische Art sehr erheblich von der Gruppe der *H. Hoernesi* und beweisen ihre Zugehörigkeit zur Gruppe der *H. rugosa*. Wahrscheinlich handelt es sich um eine der indischen *H. fascigera* Bittn. nahestehende, wenn nicht gar mit dieser identische Art.

von G. v. Arthaber (l. c., p. 191) angefochten. Was ich selbst in den Sammlungen der Ecole nationale des Mines in Paris im Frühjahr 1914 an Ammoniten aus der indochinesischen Trias gesehen habe, ist leider so mangelhaft erhalten und durch Verquetschung in so bedenklicher Weise deformiert, daß eine einigermaßen zuverlässige Bestimmung wohl nur in Ausnahmsfällen möglich sein dürfte.

Einen jüngeren Triashorizont als jenen von Ban-bang bilden die Estherien-Schichten von Ha-lo.[1] Die rhätische Stufe ist in Indochina, wie bereits erwähnt, teils in der marinen Fazies der Napeng beds, teils in der limnischen, kohlenführenden Ausbildung der Sandsteine, Konglomerate und Schiefer von Hon-gay und Ke-bao und des »Terrain rouge« von Chue-pah-chan und Laos repräsentiert. Der rhätischen Regression folgt im Unterlias (Hettangien oder Sinemurien) eine neue marine Transgression mit *Psiloceras longipontinum* Opp.

So dürftig unsere Kenntnis der tonkinesischen Triasfaunen im Vergleich zu jenen des Himalaya und von Timor noch ist, so lassen sich doch deren nahe Beziehungen zu den himalayischen wenigstens in einigen Stufen erkennen, so in der skythischen, anisischen und karnischen Stufe. Man darf das Auftreten vereinzelter mediterraner Formen, die im Himalaya noch nicht gefunden worden sind, zum Beispiel des sizilianischen Ammonitengenus *Palicites* oder einiger Bivalven aus den Myophorien-Schichten nicht überschätzen. Manche Unterschiede sind gewiß auf die Verschiedenheit der faziellen Ausbildung der Sedimente zurückzuführen. Das vollständige Zurücktreten kalkiger Sedimente zu Gunsten einer Schiefer- und Sandsteinformation in der Obertrias von Tonkin läßt solche faunistische Unterschiede, denen keineswegs eine provinzielle Bedeutung zukommen muß, von vorne herein erwarten. Ob man mit Noetling das himalayische und hinterindische Faunengebiet zu einer einheitlichen Indo-Chinesischen Triasprovinz verschmelzen oder das letztere als eine besondere Subregion des ersteren betrachten soll, hängt von der Entscheidung darüber ab, inwieweit unser Material zu einer befriedigenden Beantwortung dieser Frage überhaupt ausreicht. Wohl enthalten die Myophorien- und Napeng-Schichten eine nicht geringe Zahl eigenartiger Elemente, unter denen man insbesondere jene der Napeng beds als Produkte einer selbständigen malakozoologischen Provinz betrachten könnte, doch scheinen sie mir noch keineswegs auszureichen, um dem himalayischen als ein hinterindischer Triastypus entgegengestellt werden zu können.

Einen Randteil der Tethys von vorwiegend neritisch-litoralem Charakter der Sedimente bildete während der Triasperiode das südliche China in den Provinzen Yünnan und Kwei-tschou.

Die ersten Nachrichten über marine Trias in Yünnan gehen auf L. v. Loczy [2] zurück, dem wir die Entdeckung der Myophorien Schichten bei dem buddhistischen Tempel von Tschung-tien verdanken. Den Missionen von Leclère (1897/99)[3] und Lantenois (1903/4)[4] folgte im Jahre 1910 die so erfolgreiche Expedition von J. Deprat und H. Mansuy. Das prächtige Werk über die Ergebnisse dieser Expedition bildet die weitaus wichtigste Quelle unserer Kenntnis der südchinesischen Trias. [5]

Die untere Trias (Schichten von Je-chouei-tang) entspricht einer limnischen Transgression über einem abradierten Grundgebirge. Sie besteht aus roten und braunen Sandsteinen von 300 *m* Mächtigkeit Man kennt aus ihr keine marinen Fossilien, sondern nur Pflanzenreste, die von Zeiller [6] als mutmaßlich untertriadisch angesprochen worden sind. In die mittlere Trias wird von Deprat ein 600 *m* mächtiger,

---

[1] H. Mansuy: Contribution à la géologie du Tonkin. Paléontologie. Mém. Serv. géol. Indochine, Vol. I, fasc. IV, Hanoi-Haiphong, 1912, p. 50.

[2] Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechényi in Ostasien, 1877—1880. Wien, 1893, I, p. 738 III, p. 208.

[3] Etude minière et géol. des provinces voisines du Tonkin. Annales des Mines, Paris, Octobre et Novembre 1902 (Darin der Bericht H. Douvillé's über die Triasfossilien von Siu-long-tien und Mong-tseu).

[4] Résultats de la mission géol. et minière du Yunnan méridional. 1903/04. Annales des Mines, Paris, 1907, p. 71, 172. (Hier die Beschreibung der Triasfossilien von A-mi-chu von H. Mansuy.)

[5] J. Deprat et H. Mansuy: Etude géologique du Yunnan Mém. Service géol. de l'Indochine, Vol. I, II, Hanoi-Haiphong, 1912. Ein Vergleich der Triasentwicklung in Tonkin und Yünnan findet sich in der früher zitierten Arbeit Deprat's: Note sur le Trias du Tonkin et du Nord-Annam.

[6] Notes sur quelques empreintes végétales des gîtes de charbon du Yunnan méridional. In Lantenois, l. c., p. 178.

sehr mannigfaltig gegliederter Schichtkomplex verwiesen, in dessen Mitte eine 200 *m* mächtige Masse von Gyroporellenkalk mit einer an die Esino- und Marmolatakalke anklingenden Gastropodenfauna am meisten auffällt. Mit der mittleren Trias setzt eine marine Transgression ein, doch verraten während dieser ganzen Periode die sich stets wiederholenden Einschaltungen von groben Konglomeraten, pflanzenführenden Schiefern und Kohlenflözen die andauernde Nähe des Festlandes.

Die von L. v. Loczy als einheitlich betrachtete Fauna der Myophorien-Schichten von Tschung-tien wird von Deprat auf eine ganze Reihe verschiedenalteriger Horizonte verteilt, die von der anisischen bis in die karnische Stufe hinaufreichen. In der Tat geht aus Deprat's Profilen hervor, daß gewisse Formen dieser Fauna, deren nahe Beziehungen zu solchen des germanischen Triasbeckens Deprat richtig erkannt hat, wie *Myophoria elegans* Dunk. unmittelbar an der Basis der transgressiven Serie sich einstellen, andere wie *M. laevigata* Goldf., *M.* cf. *curvirostris* Schloth. (*M.* aff. *harpa* teste Frech), *Nucula* cf. *excavata* Goldf., *Encrinus liliiformis* Schloth., nach aufwärts nicht über den Gyroporellenkalk hinausgehen, daß endlich *Myophoria inaequicostata* Klipst. den jüngsten (karnischen) Myophorien-Horizont markiert, während die der *M. Goldfussi* Alb. des deutschen Keupers[1] so nahestehende *M. radiata* die weiteste, *M. Szechenyi* eine nur um weniges geringere Vertikalverbreitung besitzt.

Auf alle Fälle sind die Beziehungen der mittel- und obertriadischen Myophorienfaunen von Yünnan zu jenen der Alpen (St. Cassian) und der deutschen Trias so enge, daß kaum ein Anlaß zur Trennung eines mediterranen vom himamalayischen Faunengebiet vorliegen würde, wenn uns nur derartige neritische Bildungen aus Südchina bekannt wären.

Dieses Bild ändert sich aber sofort, wenn wir die jüngeren Triasbildungen in Yünnan ins Auge fassen, die durch Cephalopodenfaunen gekennzeichnet sind und vermutlich einer zeitweiligen Vertiefung der Geosynklinale im oberen Karnikum und Norikum entsprechen.

Die tieferen Cephalopodenhorizonte sind reich an Trachyceraten, fast durchwegs neuen Arten. Sie gehören mit Rücksicht auf das Vorkommen von Spezies, die sich an *Trachyceras austriacum* (*T. costulatum* Mansuy), *T. Suessii* Mojs. und *T. Thous* Dittm. anschließen, und von *Halobia comata* Bittn. in die julische Unterstufe.[2] Ein jüngerer Ammonitenhorizont von norischem Alter wird durch zwei neue Arten des himamalayischen Genus *Paratibetites* angedeutet.[3]

Die marine Obertrias ist in Yünnan durchaus in Mergelfazies entwickelt. Den Abschluß bilden grobe Sandsteine mit Kohlenschmitzen. Der rhätischen Stufe entspricht im ganzen südlichen China eine kontinentale Phase.

Die marine Trias von A-mi-tscheou in Yünnan setzt sich bis in die chinesische Provinz Kwei-tschou fort. Koken[4] hat von einer nicht näher bezeichneten Lokalität eine aus Gastropoden, Bivalven und Brachiopoden bestehende Faunula beschrieben, deren fast durchwegs neue Spezies ein ladinisches oder karnisches Gepräge tragen. Eine sehr interessante Mitteilung über marine Untertrias in Kwei-tschou verdanken wir Frech,[5] der über ein Vorkommen von *Myophoria costata*, der bekannten Leitform des deutschen Röth, und von *Beneckeia sinensis* in einem an den deutschen Wellenkalk erinnernden Gestein nach einem Funde Professor Yamada's in Kyoto berichtet.

---

[1] Vgl. F. Frech, Lethaea mes. 1/2, Asiatische Trias, p. 186.

[2] Herr Professor H. Douvillé hat die Freundlichkeit gehabt, mir bei meinem Besuche der Ecole des Mines in Paris im April 1914 das von H. Mansuy aus diesen Schichten beschriebene Fossilmaterial zu zeigen. Die meisten Stücke sind leider so schlecht erhalten, daß eine sichere spezifische Bestimmung ausgeschlossen erscheint. Dies gilt zum Beispiel für *Clionites Zeilleri*, insbesondere jedoch für *Meekoceras Yunnanense*, das wahrscheinlich weder den Gattungen *Meekoceras* noch *Beyrichites* angehört. Ausgezeichnet erhalten sind dagegen die Vertreter der Gattung *Paratibetites*, so daß man die Vertretung der norischen Stufe als gesichert ansehen kann.

[3] *Trachyceras fasciger* Mansuy (Etude géol. du Yunnan oriental, l. c., p. 130, Pl. XXIV, Fig. 7) könnte wohl zu *Sirenites* gehören. *Trachyceras* ist bisher nirgends in jüngeren als tuvalischen Schichten (Californien) angetroffen worden.

[4] E. Koken: Über triadische Versteinerungen aus China. Neues Jahrb. f. Mineral. etc., 1900, I, p. 186—215.

[5] F. Frech, in Richthofen »China«, V. Bd., Berlin, 1911, p. 212.

Es ist dies das einzige bisher bekannte Vorkommen der Gattung *Beneckeia* außerhalb der germanischen Triasregion.

Das triadische Alter der Wuschan-Schichten, eines mächtigen Komplexes von klastischen, kalkigen und dolomitischen Seichtwasserbildungen, wechsellagernd mit Gips und Salz im Roten Becken von Sz'tschwan, ist durch keine Fossilfunde beglaubigt.[1]

D. Japan und die Ussuribucht.

Der Mangel bestimmter Beziehungen zu dem so nahe benachbarten Borealen Reich, der nach Uhlig's Untersuchungen den japanischen Jura kennzeichnet, tritt uns auch in der Trias entgegen. Japan und das gegenüberliegende Triasgebiet der Ussuribucht waren während der Triasperiode bis in die norische Stufe hinauf eine Dependenz des Himamalayischen Reiches. Die faunistischen Beziehungen zum Himalaya und zur Salt Range sind während der anisischen und skythischen Epoche so enge, daß für diese beiden Epochen nur die Aufstellung einer besonderen Subregion im Anschluß an Ostindien gerechtfertigt erscheint.

In der Umgebung der Ussuribucht bei Wladiwostok sind Schichten der Untertrias und des Muschelkalkes in einer Gesamtmächtigkeit von fast 150 *m* aufgeschlossen. An der Basis liegen nach den Untersuchungen P. v. Wittenburg's[2] dunkle, kalkreiche Mergel mit *Ptychites Kokeni,* die meinen Beobachtungen zufolge eine anisische Faunula einschließen (*Ussurites sichoticus* Dien., *Acrochordiceras* sp. ind.). Darüber folgen graue Sandsteine mit Mergeleinlagerungen und einer reichen skythischen Fauna vom Alter der Meekoceras beds des Himalaya. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir hier eine überstürzte Schichtfolge vor uns haben und daß demzufolge die Grenzen gegen die marinen Kalke des Perm im Liegenden und den pflanzenführenden, aber von gelegentlichen marinen Einschaltungen durchsetzten Jura im Hangenden durch Dislokationen bedingt werden.

Die Triasprofile an der Ussuribucht gehen an keiner Stelle über die anisische Stufe hinaus. Daß es sich auch bei den älteren Triasablagerungen in diesem Gebiete ausschließlich um Sedimente der Flachsee in Küstennähe handelt, wird durch das Auftreten von Konglomeratbänken in denselben bewiesen.

Die skythischen Proptychites- oder Tobisin-Schichten, wie sie von mir, beziehungsweise von P. v. Wittenburg genannt worden sind, haben eine an Cephalopoden und Bivalven reiche Marinfauna geliefert. Die Vertreter der ersteren Tierklasse sind von mir,[3] jene der letzteren (zusammen mit den spärlichen Brachiopoden) von A. Bittner[4] und später von P. v. Wittenburg beschrieben worden.

Die Cephalopoden der Tobisin Schichten zeigen faunistische Beziehungen zum Himamalayischen Reich, aber nicht zu den Olenek Schichten Nordostsibiriens. Unter zwanzig Arten, von denen jedoch nur 13 eine spezifische Bestimmung zuließen, sind vier mit den untertriadischen Faunen des Himalaya und der Salt Range gemeinsam, nämlich:

Meekoceras boreale Dien.	*Dinarites* (?) *minutus* Waag.
» *Varaha* Dien.	*Ophiceras* cf. *Sakuntala* Dien.

Unter diesen ist *Meekoceras Varaha* neben *Proptychites hiemalis* Dien. als das Hauptleitfossil der Tobisin Schichten anzusehen. Dazu kommt in *Xenodiscus Nicolai* Dien. eine mit den untertriadischen *Xenodisci* von Kaschmir überaus nahe verwandte Form.

---

[1] F. v. Richthofen: »China«, III. Bd., Berlin, 1912, p. 157.

[2] P. v. Wittenburg: Notiz über Trias und Jura bei Wladiwostok und Umgebung. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1909, I, p. 2.

[3] C. Diener: Triadische Cephalopodenfaunen der ostsibirischen Küstenprovinz. Mém. Com. géol. St. Pétersbourg, XIV, Nr. 3, 1895.

[4] A. Bittner: Versteinerungen aus den Triasablagerungen des Süd-Ussuri-Gebietes der ostsibirischen Küstenprovinz. Ibidem, VII, Nr. 4, 1899.

[5] P. v. Wittenburg: Neue Beiträge zur Geologie und Paläontol. der Werfener Schichten Südtirols, mit besonderer Berücksichtigung der Schichten von Wladiwostok. Centralbl. f. Miner. etc. 1908, p. 67. — Einige Lamellibranchiata der Salt Range, mit Berücksichtigung der Lamellibranchiata des Süd-Ussuri-Gebiets. Neues Jahrb. f. Miner. 1909, I, p. 6—13. — Geologische Studien an der ostasiatischen Küste am Golfe Peters des Großen. Ibidem, Beil., Bd. XXVII, 1909, p. 509—540.

Das Hauptkontingent zur Ammonitenfauna der Tobisin Schichten stellt *Proptychites*, der im Himalaya und in der Salt Range häufig ist, aber in der Olenekfauna fehlt, ferner *Meekoceras* Hyatt. *Dinarites*, *Pseudosageceras*, *Xenaspis* und *Ophiceras* sind selten. Die durch ihre für ein untertriadisches Genus ungewöhnlich reiche Zerschlitzung der Suturlinie ausgezeichnete Ammonitengattung *Ussuria* Dien. verknüpft die Tobisinfauna mit dem Andinen Reich.

Ein ausgesprochenes Lokalkolorit ist in dieser Cephalopodenfauna von der Küste der Ussuribucht nicht zu verkennen, aber ein borealer Einschlag wird vollständig vermißt.

Einer solchen ausgesprochenen Lokalfärbung entbehrt hingegen die Brachiopoden- und Bivalvenfauna des Sûd-Ussuri-Gebietes. Sie zeigt vielmehr sehr enge Beziehungen zum Mediterranen Reich ebensowohl als zu Indien. Schon Bittner hat eine beträchtliche Zahl mit den Werfener Schichten gemeinsamer Arten angeführt und die Untersuchungen P. v. Wittenburg's haben diese Zahl noch erhöht. Unter den zwanzig Arten der Tobisin Schichten sind 9, vielleicht sogar 12 auch in den alpinen Werfener Schichten zu finden.

Als direkt identisch bezeichnet P. v. Wittenburg:

Pecten microtis Bittn.
» *Alberti* Goldf.
Gervillia exporrecta Leps.
Myalina vetusta Ben.
Myophoria laevigata Alb.
Anodontophora fassaensis Wissm.
» *canalensis* Cat.
Lingula tenuissima Br.
» *borealis* Bittn.

Zu den wahrscheinlich gemeinsamen Arten rechnet er *Pecten ussuricus* Bittn. (= *P. eurasiaticus* Witt.), *Pseudomonotis multiformis* Bittn. (als Zwischenform zwischen *Ps. inaequicostata* Ben. und *Ps. Venetiana* Hau.), und auch das Hauptleitfossil der Tobisin Schichten, *Ps. Ivanovi* Bittn. (= *Ps. Kokeni* Witt.) [1]

Die ärmliche Lamellibranchiatenfauna der Ceratiten Schichten in der Salt Range weist bei einer Gesamtzahl von 9 Spezies zwei identische und zwei mit solchen aus den Tobisin Schichten sehr nahe verwandte Arten auf.

Der Lamellibranchiatenfauna der alpinen Werfener Schichten kommt, wie diese Tatsachen zeigen und wie schon Bittner betont hat, eine ungewöhnlich weite horizontale Verbreitung zu. Sie tritt mit gleichen Merkmalen im Mediterrangebiet, im mittleren Sibirien, in Turkestan, im nordwestlichen Indien und an den Gestaden der Ussuribucht auf und eignet sich infolgedessen wenig zur Abgrenzung zoogeographischer Provinzen, während sie auf der anderen Seite als Wertmesser für eine stratigraphische Korrelation gewissen, fast weltweit verbreiteten Ammonitenfaunen der mittleren und oberen Trias nicht nachsteht.

Die marine Trias, die sich in der Umrandung der Ussuribucht landeinwärts nur bis zur Station Rasdolnoje — ungefähr 45 Kilometer nördlich von Wladiwostok — erstreckt, schließt hier nach oben mit der anisischen Stufe (Zone des *Ptychites Kokeni* Witt.) ab. Mit derselben Stufe hebt die marine Trias in Japan an.

Ähnlich wie die Juraformation, ist auch die marine Trias in Japan in vereinzelten Schollen über die beiden Inseln Nipon und Shikoku verstreut, doch ist ihre räumliche Verbreitung noch erheblich beschränkter. Am stärksten eingeengt ist das Verbreitungsgebiet der anisischen Stufe, die durch die Ammonitenkalke von Inai in der Provinz Rikuzen, nahe der Bucht von Sendai, repräsentiert wird. E. v. Mojsisovics [2] hielt die Fauna für ladinisch und glaubte nahe Beziehungen zu der mitteltriadischen

---

[1] Centralblatt f. Min. 1908, p. 89.

[2] E. v. Mojsisovics: Über einige japanische Triasfossilien. Beiträge z. Palaeont. Osterr. Ungarn etc., VII, 1888, p. 163 bis 178.

Cephalopodenfauna Nordamerikas zu erkennen. Meine Untersuchung der Ammonitenfauna von Inai[1] hat diese Anschauung nicht bestätigt. Es hat sich vielmehr eine sehr enge Verbindung dieser japanischen Triasfauna mit jener der anisischen Stufe des Himalaya herausgestellt.

Obwohl unter den 13 Spezies des Muschelkalkes von Inai, die sich auf die Gattungen *Hollandites, Japonites, Danubites, Gymnites, Ptychites, Sturia, Ussurites* und *Anolcites* (?) verteilen, sich keine mit solchen aus dem Himalaya direkt identischen Arten vorfinden, so erweisen sich doch sieben als Parallelformen zu bezeichnenden Arten des himalayischen Muschelkalkes. Auch fällt keine aus dem Rahmen des Faunenbildes der anisischen Stufe heraus. Boreale Verwandtschaftsbeziehungen fehlen vollständig, ebenso eigenartige Typen, die keinen Anschluß an das indische Faunengebiet verraten. Beziehungen zur Mitteltrias des Andinen Reiches treten sogar hinter solchen zur mediterranen Trias zurück.

»Das Meer, von dem die Übergriffe auf die älteren Sedimente des japanischen Festlandes im Muschelkalk ausgingen, muß daher im südöstlichen Teile der Tethys gesucht werden. Ihrer Fauna zufolge stellt sich die japanische Mitteltrias unzweifelhaft als eine Dependenz des subtropisch-äquatorialen Gürtels und nicht des Borealen Reiches dar. Ja, die Fauna von Inai fällt so wenig aus dem Rahmen himamalayischer Verhältnisse, daß ihr Gesammtbild mit Rücksicht auf eine gewisse Lokalfarbe höchstens die Aufstellung einer Japanischen Subregion mit Anschluß an Ostindien rechtfertigen würde.« (Diener, l. c. p. 29).

Die nächst jüngere japanische Triasfauna, jene der Daonellenschichten des Sakawabeckens auf der Insel Shikoku mit *Daonella Sakawana* Mojs. und *D. Kotoi* Mojs. ist zu ärmlich und indifferent, um eine Verwandtschaft mit himamalayschen oder borealen Elementen hervortreten zu lassen. Eine größere Verbreitung zeigen erst die der norischen Stufe angehörigen Schichten mit *Pseudomonotis ochotica* Keyserl., deren Entdeckung wir E. Naumann verdanken. Die Pseudomonotis-Schichten liegen diskordant und übergreifend auf älterem Gebirge. Selbst in Rikuzen ist eine normale Auflagerung auf dem Muschelkalk von Inai nirgends zu beobachten, so daß auch hier zweifellos ein stratigraphischer Hiatus zwischen der anisischen und norischen Stufe besteht. Die Pseudomonotis-Schichten sind eine küstennahe Flachseebildung. Daß auch der Muschelkalk von Inai trotz gewisser Eigentümlichkeiten in der Erhaltung der Ammonitensteinkerne nicht als eine bathyale Ablagerung angesehen werden darf, habe ich in meiner unten zitierten Arbeit über die japanischen Triasfaunen näher auseinandergesetzt.

Die Pseudomonotis-Schichten Japans weisen ausschließlich eine Vergesellschaftung solcher Formen auf, die in der ganzen pazifischen Region und auch in der arktischen Trias während der norischen Epoche verbreitet sind. »Die obertriadische Fauna des Himalaya enthält keine einzige Form aus der Gruppe der *Pseudomonotis ochotica,* deren westliche Verbreitung in der Himamalayischen Region nicht über den Timor-Archipel hinauszugehen scheint. Es enthüllt uns demzufolge die Bivalvenfauna der japanischen Pseudomonotis-Schichten das Bild einer fremden, durch eine neue Transgression in einen bisher von Süden her besiedelten Lebensbezirk eingeschleppten Fauna, die durch ihre weltweite Verbreitung den Anschein sehr gleichartiger Lebensverhältnisse erweckt, die unabhängig von klimatischen Gürteln an beiden Rändern des Pazifischen Ozeans vom 75° nördl. Br. bis zum 45° südl. Br. herrschend waren.«

Als Anzeichen eines borealen Einschlages darf man das Auftreten der obertriadischen Pseudomonotisfauna wohl nicht betrachten. Viel wahrscheinlicher ist ihre Einwanderung aus einem Gebiet östlich oder südöstlich von Japan, wie sie Uhlig[2] auch zur Erklärung der eigentümlichen faunistischen Verhältnisse im japanischen Lias und Jura angenommen hat.

Die rhätische Stufe ist in Japan durch pflanzenführende Bildungen vertreten, die in der Provinz Bitchu die marinen Pseudomonotis-Schichten konkordant überlagern und bei Nagato eine reiche Flora geliefert haben.[3]

---

[1] C. Diener: Japanische Triasfaunen. Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. XCII. 1915, p. 1—30.

[2] V. Uhlig: Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. Mitt. Geol. Ges., Wien, III, 1911, p. 416.

[3] M. Yokoyama: Mesozoic plants from Nagato and Bitchu. Journal Coll. of science Imp. Univers. Tokyo, XX, 1905, Art. 5, In dieser Arbeit findet sich auf p. 11 auch ein Verzeichnis der Fundorte der *Pseudomonotis ochotica* auf den japanischen Inseln.

E. Der Malayische Archipel.

Zwei durch das Massiv von Cambodscha getrennte Meeresstraßen stellten während der Triasperiode eine Verbindung zwischen der Tethys und dem Pazifischen Ozean im Bereiche des Malayischen Archipels her. Die eine dieser Meeresstraßen folgte dem Verlauf des Burmanischen Faltenbogens über die Halbinsel Malakka gegen Sumatra, die andere dem Golf von Tonkin.

Innerhalb des Malayischen Archipels sind marine Ablagerungen der Trias entlang einer Zone verbreitet, die von Nordsumatra über das südwestliche Borneo, Rotti und Timor gegen die Molukkeninseln Serang, Buru, Misol und Savu streicht.

Eine kurze Übersicht der Verteilung von Meer und Land im Malayischen Archipel während der mesozoischen Ära hat K. Martin[1] im Jahre 1907 gegeben. Aus ihr geht hervor, daß mindestens im westlichen Teil des Archipels zur Triaszeit ansehnliche Landmassen bestanden haben müssen, wenngleich der Sino-Australische Kontinent in der von Neumayr angenommenen Form nicht existiert hat. Teile eines Kontinents oder große Inseln waren vor allem ausgedehnte Partien von Borneo und Sumatra. Bei Kendai in Westborneo hat F. Vogel[2] Sandsteine und Schiefer norischen Alters mit *Monotes salinaria* Br. entdeckt, in deren hangenden Bänken sich grobklastische Sedimente, Konglomerate und Breccien einstellen und die unmittelbare Nähe eines Festlandes andeuten. Das Material der Sandsteine ist dem unterlagernden Granit entnommen. Hier liegt zweifellos eine kurzlebige Transgression aus der norischen Epoche vor.

Ebenso hat in Nordsumatra W. Volz[3] ein transgressives Auftreten der Obertrias über oberkarbonischem Grundgebirge festgestellt. Die Obertrias ist hier von bedeutender Mächtigkeit. Über bunten Tonen mit *Halobia styriaca* Mojs. folgen Sandsteine und tonige Zwischenschichten, die Halobien zusammen mit Pflanzenresten führen.

Die Gesamtmächtigkeit der oberen Trias in den Profilen am Kwalu-Fluß wird auf 600 bis 800 *m* geschätzt. Eine Trockenlegung muß noch vor dem Beginn der Liasperiode eingetreten sein, so daß die obertriadische Transgression auch in Nordsumatra sich nur als eine relativ kurze Episode in der geologischen Geschichte dieser Insel darstellt. Tobler[4] meint sogar, daß die indo-malayische Geosynklinale am Beginn der mesozoischen Zeit wohl zum größten Teil trocken gelegt war und daß das mesozoische Meer selbst zur Zeit der obertriadischen Transgression »höchstens in einem schmalen Streifen in dem jetzt von Tertiär bedeckten Gebiete zwischen Banisan Gebirge und Banka verlaufen konnte».

Die Kwalu-Schichten von Nordsumatra sind ohne Zweifel eine küstennahe Bildung. Sie gehören der karnischen Stufe an. Aus den bunten Tonen zitiert Volz *Halobia styriaca* Mojs. und *Daonella cassiana* Mojs.,[5] aus den tonigen Zwischenlagen der Kwalu-Sandsteine fünf Arten von Halobiiden, unter denen nur eine einen näheren Vergleich mit einer mediterranen Art, *H. Charlyana* Mojs., zuläßt.

Auch in Westsumatra ist eine küstennahe Entwicklung von mariner Obertrias bekannt. Hier findet sich im Padang-Hochland ein über 200 *m* mächtiger Komplex von fossilarmen Sandsteinen, Schiefern und Mergeln, dem in zwei Horizonten je vier Bänke von graublauen, versteinerungführenden Plattenkalken eingelagert erscheinen. Sie treten nach den von R. Verbeek mitgeteilten Berichten Moerman's unter einer Decke von transgressiv aufgelagertem Eozän an zwei Stellen zu Tage, im Tale des Tambang, wo sie diskordant auf oberkarbonischem Fusulinenkalk liegen, und im Tale des Katialo, wo sie an dem

---

[1] K. Martin: Mesozoisches Land und Meer im Indischen Archipel. Neues Jahrb. f. Miner. etc., 1907, I, p. 107—130.

[2] F. Vogel: Beiträge zur Kenntnis der mesozoischen Formationen in Borneo. Sammlungen des Geol. Reichsmuseums in Leyden, Ser. I, Bd. VII, 1902, p. 217.

[3] W. Volz: Beiträge zur geologischen Kenntnis von Nord-Sumatra. Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch., LI, 1899, p. 1—62.

[4] A. Tobler: Topographische und geologische Beschreibung des Petroleumgebietes bei Moeara Enim (Süd Sumatra). Tijdschr. v. d. Kon. Nederl. Ardrikskund. Gen. 1906, p. 208.

[5] Diesen beiden mediterranen Arten wäre nach G. Böhm (bei Wanner, l. c., p. 195) noch die spezifisch malayische *Daonella lilinlana* anzuschließen.

granitischen Grundgebirge abstossen. Die Mächtigkeit der fossilführenden Plattenkalke, die außer Meeresmuscheln auch undeutliche Pflanzenreste und dünne Anthrazitschnüre einschließen, ist gering (zirka 8 *m*). Sie erweisen sich als eine Lamellibranchiatenfazies des Seichtwassers.

Versteinerungen aus den Plattenkalken der Padang Schichten sind zuerst von O. Boettger zusammen mit Tertiärfossilien aus Sumatra im Jahre 1880 bearbeitet, aber schon zu jener Zeit nicht ohne große Reserve mit der echten Eozänfauna vereinigt worden.[1] Später hat sie Miß Healey auf Grund einiger mit den Napeng beds von Burma gemeinsamen Arten für rhätisch erklärt. Die umfangreichen Aufsammlungen Moerman's aus dem Jahre 1909 lagen zuerst J. Wanner[2] zur Untersuchung vor, der sich für ein unternorisches Alter aussprach. Später hat sie L. Krumbeck zum Gegenstand einer monographischen Bearbeitung gemacht.[3]

Eine Analyse der Padangfauna hat Krumbeck zu der Meinung geführt, daß allerdings die große Zahl spezifischer Arten derselben ein besonderes lokales Gepräge verleihe, daß aber gleichwohl nahe Beziehungen zu der karnischen Cardita—Lunz—Raibler Fauna der Alpen einerseits, zu jener der burmesischen Napeng beds andererseits bestehen. Er stützt sich insbesondere auf das Vorkommen von *Odontoperna Bouei*, der einzigen mit einer mediterranen Spezies direkt identischen Bivalvenart, mehrerer kleiner *Cassianella* -Arten mit breiten Ohren, einer *Angustella* aus der Gruppe der *A. angulata* Münst., der Gattungen *Myophoriopis* und *Myophoricardium*, endlich auf die nahe Verwandtschaft von *Gonodon sphaeroides* Krumb. mit *G. Mellingi* und von *Myophoria myophoria* Boettg. mit *M. inaequicostata*. Er stellt dementsprechend die Padang-Schichten in die karnische Stufe, indem er den Plattenkalken am Tambangfluß ein etwas höheres stratigraphisches Alter einräumt als jenen am Katialo.

Im Widerspruch gegen Krumbeck und in Übereinstimmung mit Wanner halte ich ein norisches Alter der Padang-Schichten für ungleich wahrscheinlicher. Die Beziehungen zur Napeng Fauna erscheinen mir wesentlich enger als zu irgend einer karnischen Mediterranfauna. Unter den 40 von Krumbeck beschriebenen Lammellibranchiatenarten zeigen überhaupt nur 6 nähere Beziehungen zur ostalpinen Trias, unter diesen aber einige wie *Halobia sumatrana* oder *Anatina* cf. *praecursor* Opp. viel eher solche zu norischen oder gar rhätischen Formen als zu karnischen. Mindestens 13 Spezies sind nach Krumbeck's Angaben mit solchen aus den Napeng beds, deren rhätisches Alter nach den Profilen am Roten Fluß in Tonkin kaum noch bezweifelt werden kann, sehr nahe verwandt, zum Teil vielleicht sogar identisch. Beiden ist die Gattung *Prolaria* aus der Familie der *Burmesiidae* gemeinsam. Endlich besteht, wie Wanner gezeigt hat, auch mit der Lamellibranchiatenfauna der Nucula-Mergel von Lios im Misol-Archipel (Molukken) eine noch engere Verwandtschaft als selbst mit den Napeng beds. Da die Fauna der Nucula-Mergel von Lios norische Cephalopoden geliefert hat, so darf ihr norisches Alter als gesichert angesehen werden. Damit wird aber auch das norische Alter der sumatranischen Padang-Schichten überaus wahrscheinlich. Gegenüber den bis ins Paläozoikum zurückreichenden Superstiten der Napeng beds (*Conocardium*) fallen die karnischen Superstiten in der Padangfauna kaum ins Gewicht.

Von Westborneo müssen wir uns um fast 2000 *km* nach Südosten begeben — das ist ebenso weit als von Südtirol bis Griechenland im Mediterranen Reich — ehe wir auf den Inseln Timor und Rotti wieder Spuren von mariner Trias antreffen.

Von Rotti hat A. Rothpletz[4] im Jahre 1892 zuerst Triasfossilien nach den Aufsammlungen A. Wichmann's beschrieben. Er unterschied hier einen älteren karnischen und einen jüngeren norischen Bivalvenkalk. Diese Teilung der Triaskalke auf Rotti in zwei Stufen der Obertrias ist auch durch die

---

[1] O. Boettger: Die Tertiärformation von Sumatra u. ihre Tierreste. I 3. Die Conchylienfauna der unteren Tertiärschichten. Palaeontographica, Suppl. III, 1880, Nr. 8, 9.

[2] J. Wanner: Neues über die Perm-, Trias- und Juraformation des Indisch-Australischen Archipels. Centralbl. f. Miner. etc., 1910, p. 737.

[3] L. Krumbeck: Obere Trias von Sumatra (Die Padang Schichten von Westsumatra etc.) Palaeontograph., Suppl. IV, 1914.

[4] A. Rothpletz: Die Perm-, Trias- und Juraformation auf Timor und Rotti im Malayischen Archipel. Paläontographica XXXIX, 1892, p. 89.

Nachprüfung des Wichmann'schen Materials durch Renz,[1] Wanner[2] und Kittl[3] bestätigt worden, wenngleich eine Änderung einzelner Speziesbestimmungen auf Grund dieser Revision notwendig geworden ist.

Es treten weder mediterrane noch himalayische, sondern fast durchwegs autochthone Arten der *Halobiidae* auf Rotti auf. Mit Ausnahme von *Halobia* cf. *lineata* Münst. hält Kittl das Vorkommen aller von Rothpletz, Renz und Wanner an mediterrane Formen angeschlossenen Arten (*Halobia styriaca* Mojs., *H. Hoernesi* Mojs., *H.* cf. *norica* Mojs.) für zweifelhaft.

Über die systematische Stellung der von Rothpletz mit der alpinen *Monotis salinaria* Br. identifizierten Muschel sind die Meinungen geteilt. Während Renz (l. c., p. 89) und Wanner (l. c., p. 190) die letztere mit *Pseudomonotis ochotica* var. *densistriata* Tell. vereinigen, tritt Kittl für deren Zugehörigkeit zu *Monotis salinaria* ein.

Auch Ammoniten der karnischen Stufe sind von J. Wanner[4] auf Rotti entdeckt worden. Unter ihnen weisen *Cladiscites crassestriatus* Mojs. und *Hypocladiscites* cf. *subaratus* Mojs. auf Beziehungen zur Obertrias des Himalaya, erstere Art auch auf solche zum Mediterranen Reich hin.

Den bestbekannten Typus der malayischen Obertrias stellen die Ablagerungen dieser Periode in Niederländisch Timor dar. Sie sind hier südlich von einer Linie, die dem Hauptstreichen der Insel folgend, von der Bai von Koepang zum Benainbecken zieht, in einer außerordentlich cephalopodenreichen Hallstätter Fazies entwickelt. Hauptfundorte der Versteinerungen sind Bihati und Nifoekoko in Mitteltimor. Aus einer Hülle jungtertiärer und quartärer Korallenkalke und weicher Mergel ragen einzelne Blöcke auf, die bald eine skythische, bald eine anisische, ladinische oder obertriadische Fauna umschließen. Nur durch sehr sorgfältiges Sammeln und Etikettieren des Fossilmaterials aus jedem einzelnen Block konnte von den beiden letzten Expeditionen auf Timor (Wanner, Molengraaf, 1911) eine Trennung der lithologisch übereinstimmenden Blöcke im Gelände selbst durchgeführt werden. Das Gesteinsmaterial aller Triasblöcke besteht aus weißen oder blaßroten Kalken vom Typus der alpinen Hallstätter Halke. Sandiges Sediment fehlt. Gelegentlich ist den dichten Kalken Crinoidengrus oder eine tuffige Einlagerung basischer Eruptiva beigemengt.

Bisher liegt nur über einen Teil der Fauna der obertriadischen Hallstätter Blöcke von Timor eine abschließende Monographie der Ammonoideen und Nautiloideen aus der Feder eines Teilnehmers der Wanner'schen Expedition des Jahres 1911, Otto Welter,[5] vor. Ferner hat E. v. Bülow[6] über die Orthoceren und Dibranchiaten, P. Vinassa de Regny[7] über die Algen, Spongien, Anthozoen und Bryozoen der timoresischen Trias Bericht erstattet.

Die Gesamtmächtigkeit der Obertrias, nach den Blöcken beurteilt, veranschlagt Welter in seiner unten zitierten Monographie auf höchstens 2 *m*. Eine Sonderung der Blöcke in solche mit karnischer und norischer Fauna erwies sich im Terrain als nicht durchführbar. Die obertriadische Fauna enthält nach den Monographien von Welter und E. v. Bülow im ganzen gegen 270 Spezies, darunter 20 Arten von Gastropoden und dünnschaligen Bivalven, 21 Arten dibranchiater Cephalopoden, 181 Arten von Ammoniten und 35 von Nautiloideen (darunter 11 Orthoceren). In manchen Blöcken sind auch Heterastridien häufig. Es ist aus diesen Ziffern auf den ersten Blick klar, daß hier eine Cephalopodenfazies vorliegt, in der die

---

[1] C. Renz: Timor und Rotti. In Noetling: Asiat. Trias, Lethaea mes., I 2, 1906, p. 211. — Über *Halobia* und *Daonella* aus Griechenland, nebst asiatischen Vergleichstücken. Neues Jahrb. f. Min. etc., 1906, I, p. 37.

[2] J. Wanner: Triaspetrefakten der Molukken und des Timor-Archipels. In G. Boehm.: Geol. Mitteil. aus d. Indo-Austral. Archipel. Neues Jahrb. f. Min. Beil., Bd. XXIV, 1907, p. 161—220 (insbes. p. 196, 197).

[3] E. Kittl: Materialien zu einer Monographie der *Halobiidae* etc., l. c., p. 206.

[4] J. Wanner: Triascephalopoden von Timor und Rotti. Neues Jahrb. f. Min. etc., Bd. XXXII, 1911, p. 180.

[5] O. Welter: Die obertriadischen Ammoniten und Nautiloideen von Timor. Erste Lieferung der »Paläontologie von Timor«. Herausgeg. von J. Wanner, Stuttgart, 1914.

[6] E. v. Bülow: Orthoceren und Belemnitiden der Trias von Timor. Ibidem, Lief. IV, Stuttgart 1915.

[7] P. Vinassa de Regny: Triadische Algen, Spongien, Anthozoen und Bryozoen aus Timor. Ibidem, Lief. IV, Stuttgart, 1915.

Vertreter aller anderen Tierklassen an Arten- und Individuenzahl außerordentlich zurücktreten. Der Individuenreichtum einzelner Ammonitenarten ist sehr groß. Den Hauptanteil an der Zusammensetzung der Ammonitenfauna nehmen, was die Individuenzahl betrifft, die leiostraken Formen *Arcestes, Cladiscites, Discophyllites*, wie in den alpinen Hallstätter Kalken, doch fallen auch unter den trachyostraken Ammoniten einzelne durch große Häufigkeit auf, wie *Halorites* cf. *macer* Mojs.

Wie die Tropitenkalke von Byans, die aber eine ganz andere Fazies repräsentieren und mit den homotaxen Bildungen in Timor nur durch die Armut an Sediment eine Ähnlichkeit aufweisen, enthalten auch die obertriadischen Hallstätter Blöcke von Bihati und Nifoekoko Elemente der norischen und karnischen Stufe gemischt. Der Reichtum an Ammonoideen und Nautiloideen, ihre vorzügliche Erhaltung, und die fazielle Übereinstimmung mit den alpinen Hallstätter Kalken macht die beiden genannten Cephalopodenordnungen besonders geeignet als Grundlagen für zoogeographische Vergleiche zwischen der mediterranen, der vorderindischen (Himalaya) und der malayischen Triasregion. Ihre Bedeutung ist umso größer, als man von den Bivalven als einer geeigneten Grundlage für einen solchen Vergleich sich nicht viel versprechen darf, wie aus Wanner's Mitteilungen über das von Verbeek (1899) und Hirschi (1904) in Niederländisch- und Portugiesisch-Timor gesammelte Pelecypodenmaterial hervorgeht.[1]

Unter vier Arten von *Halobiidae* sind drei spezifisch malayische Formen, während nur eine einzige, *Daonella indica* Bittn., mit einer übrigens auch in der alpinen Trias durch sehr nahestehende Formen vertretenen Spezies der ladinischen und karnischen Stufe des Himalaya identisch ist. Außerdem führt Wanner noch *Pseudomonotis ochotica* var. *densistriata* Tell. von Timor an.

Noetling hat für die Trias des Sunda-Archipels eine besondere Austral-Asiatische Provinz aufgestellt, Krumbeck auf Grund seiner Bearbeitung der Triasfaunen von Buru und Misol deren Existenz bestätigt. Welter bestreitet in seiner schönen Monographie der obertriadischen Nautiloideen und Ammoniten von Timor die Notwendigkeit der Abtrennung einer besonderen Malayischen Provinz von den übrigen Teilen der Tethys. »Wir können heute sagen« — schreibt er (l. c., p. 28) — »daß zur Obertrias keine wesentlichen Verschiedenheiten in der Hallstätter Kalkfazies zwischen Alpen, Himalaya und dem indo-australischen Gebiet bestanden haben. Eine Aufrichtung und Trennung faunistischer Reiche zwischen Mediterraneum, Himalaya und Sunda-Archipel auf Grund der Cephalopodenfaunen halte ich heute nicht mehr für so gesichert wie früher.«

Zu diesem Urteil sah sich Welter insbesondere durch die sehr starke Beimischung mediterraner gegenüber indischen (himalayischen) Formen in der obertriadischen Fauna von Timor veranlaßt. Er zählte 60 rein alpine gegenüber nur 33 himalayischen Faunenelementen. Allerdings wies er mit Recht darauf hin, daß bei der Erklärung der stärkeren Beziehungen zum Mediterranen Reiche die Tatsache berücksichtigt werden müsse, daß die norische Stufe in der Hallstätter Entwicklung im Himalaya bis heute noch nicht bekannt sei.

Die mit mediterranen Arten identischen Spezies von Nautiloideen und Ammoniten der timoresischen Obertrias mögen aus der nachstehenden Liste ersehen werden, die ich aus Welter's Monographie zusammengestellt habe. Dabei sind selbstverständlich jene Arten nicht in Betracht gezogen worden, die Welter mit trinär zusammengesetzten Name belegt und dadurch als mit einem ausgesprochenen Lokalcharakter behaftet gekennzeichnet hat. Dagegen wurden die mit cf. angeführten Spezies Welter's in die nachstehende Liste aufgenommen.

Halorites ferox Mojs.
cf. *macer* Mojs.
Jovites cf. *dacus* Mojs.
Isculites cf. *Heimi* Mojs.
» *Baltzeri* Mojs.
Anatomites cf. *Rothi* Mojs.
» cf. *Herbichi* Mojs.

[1] J. Wanner: Triaspetrefakten der Molukken und des Timor Archipels, l. c. p. 189, 198—210.

Anatomites Ducettii Gemm.
» *Guembeli* Mojs.
» *Bacchus* Mojs.
Griesbachites cf. *Kastneri* Mojs.
Trachysageuites cf. *Herbichi* Mojs.
Tropites subbullatus Mojs.
» cf. *fusobullatus* Mojs.
„ cf. *Telleri* Mojs.
» cf. *torquillus* Mojs.
» cf. *discobullatus* Mojs.
Paratropites Sellai Mojs.
Didymites cf. *sphaeroides* Mojs.
» cf. *angustilobatus* Hau.
Discotropites cf. *Plinii* Mojs.
Miltites cf. *Hoelderi* Mojs.
» cf. *Rastli* Mojs.
Styrites cristatus Mojs.
Clionites Torquati Mojs.
Dionites cf. *Caesar* Mojs.
Sirenites cf. *Evae* Mojs.
Cladiscites tornatus Br.
» *crasseplicatus* Mojs.
» cf. *Gorgiae* Gemm.
» *externeplicatus* Mojs.
Paracladiscites multilobatus Br.
» *indicus* Mojs.
Proarcestes cf. *Ausseanus* Hau.
Arcestes cf. *parvogaleatus* Mojs.
» *bicornis* Hau.
Joannites Klipsteini Mojs.
» *cymbiformis* Wulf.
Pinacoceras parma Mojs.
» *rex* Mojs.
Placites peranctus Mojs.
Discophyllites neojurensis Quenst.
Proclydonautilus triadicus Mojs.
» *spirolobus* Dittm.
Enoploceras cf. *Lepsii* Mojs.

Im Ganzen mithin 23 direkt identische und weitere 22 als möglicherweise identisch anzusehende Spezies.

Zählt man in Welter's Faunenliste die mit solchen des Mediterrangebietes und des Himalaya direkt identischen, ferner die mit cf. bezeichneten und endlich die vikariierenden Formen zusammen, das heißt jene, die trotz sehr naher Verwandtschaft mit bekannten doch so viele eigene Züge besitzen, daß ein bestimmter örtlicher Charakter unverkennbar bleibt, und legt man ausschließlich diese drei Kategorien von Formen einer Beurteilung der faunistischen Beziehungen der timoresischen Obertrias zur mediterranen und himalayischen Region zugrunde, so gelangt man zu dem folgenden Ergebnis.

Direkt identisch mit Arten aus dem Himalaya und dem Mediterrangebiet sind 8 Spezies, die sich auf die Gattungen, beziehungsweise Untergattungen:

Tropites (1),
Cladiscites (1),
Paracladiscites (1),
Joannites (2),
Pinacoceras (2),
Proclydonautilus (1)

verteilen.

Identisch mit Arten des Himalaya sind 5 Spezies der Gattungen *Juvavites, Sandlingites, Hypocladiscites, Proclydonautilus* und *Cosmonautilus.*

Direkt identisch mit Arten des Mediterranen Reiches, die der Himalayatrias fehlen, sind 15 Spezies, die den Gattungen:

Halorites (1),
Iscutites (1),
Juvavites (1),
Anatomites (3),
Paratropites (1),
Styrites (1),
Clionites (1),
Cladiscites (2),
Paracladiscites (1),
Placites (1),
Discophyllites (1),
Proclydonautilus (1)

angehören.

Enge Beziehungen zur Himalayafauna zeigen 22 Spezies der Gattungen, beziehungsweise Untergattungen:

Halorites (1),
Jovites (1),
Malayites (1),
Griesbachites (3),
Indonesites (1),
Clionites (3),
Paratibetites (3),
Anatibetites (1),
Metacarnites (1),
Distichites (1),
Ectolcites (1),
Sandlingites (1),
Hypocladiscites (2),
Discophyllites (1),
Grypoceras (1).

Enge Beziehungen zur Mediterranfauna zeigen 45 Spezies der Genera, beziehungsweise Subgenera:

Halorites (4),
Jovites (1),
Juvavites (3),
Dimorphites ? (2),
Anatomites (6),
Gonionotites (2),
Sageuites (1),
Didymites (2),
Tropites (2),
Margarites (1),
Miltites (3),
Helictites (1),
Thisbites (1),
Dionites (1),
Steinmannites (1),
Clionites (2),
Cladiscites (1),
Arcestes (2),
Discophyllites (1),
Proclydonautilus (1),
Clydonautilus (1),
Gonionautilus (1),
Syringoceras (1),
Pleuronautilus (3),
Phloioceras (1).

Gleich nahe Beziehungen zum Mediterraneum und zum Himalaya weisen 25 Arten auf, die auf die Gattungen:

Halorites (1),
Isculites (1),
Juvavites (1),
Anatomites (1),
Griesbachites (1),
Trachysageniles (1),
Tropites (6),
Anatropites (2),
Discotropites (1),
Distichites (2),
Sirenites (2),
Cladiscites (1),
Hypocladiscites (1),
Proarcestes (1),
Arcestes (1),
Paracestes (2),

entfallen.

Es weisen somit 27 Spezies auf den Himalaya, dagegen 60 auf das Mediterrangebiet hin, während 33 die timoresische Cephalopodenfauna der Obertrias mit beiden Regionen gleichmäßig stark verknüpfen. Scheinbar resultieren aus dieser Statistik allerdings engere faunistische Beziehungen zum Mediterranen Reich als zum Himalaya. Dieses Bild ändert sich aber sofort, wenn wir nicht die Artenzahl, sondern die Gattungen, beziehungsweise Untergattungen ins Auge fassen. Da begegnen wir den Vertretern von nicht weniger als acht Gattungen, die außerhalb Timors wohl im Himalaya, nicht aber im Mediterrangebiet gefunden worden sind, nämlich: *Malayites, Molengraafites, Indonesites, Metacarnites, Trachypleuraspidites, Paratibetites, Anatibetites, Cosmonautilus.*[1] Diesen acht Gattungen stehen nur drei timoresische gegenüber, die wohl aus den Alpen, aber noch nicht aus dem Himalaya bekannt geworden sind, nämlich *Miltites, Choristoceras* und *Gonionautilus.* In dieser Tatsache prägt sich ein entschiedenes Überwiegen des himalayischen über den alpinen Einschlag in der obertriadischen Cephalopodenfauna von Timor aus.

Als rein malayische Formen, das heißt als solche, die als eigene faunistische Elemente des Sunda-Archipels bewertet werden müssen, erkennt Welter (l. c., p. 27) nur zwölf Arten an, die sich auf die Gattungen *Neotibetites, Amarassites, Malayites, Molengraafites* und *Indonesites* verteilen. Das Resultat wird aber ein wesentlich anderes, wenn man alle jene Arten aus der timoresischen Obertrias zusammenzählt, die weder mit solchen aus dem Mediterrangebiet, noch aus dem Himalaya eine sehr nahe Verwandtschaft erkennen lassen, ja zum Teile sogar neue Gruppen innerhalb einer bestimmten Gattung repräsentieren (zum Beispiel *Didymites malayicus, Tropites dubiosus, Steinmannites multinodosus, Waldhauseniles malayicus, Stenarcestes malayicus*).

Unter den 205 Ammoniten- und Nautiloideenspezies, die Welter aus der Obertrias von Timor beschrieben hat, sind immerhin 76 neu, also ungefähr 37 Prozent, die sich auf die nachstehenden Genera und Subgenera verteilen.

Halorites 3 sp.,
Amarassites 3 (sämtliche) sp.,
Isculites 1 sp.,
Juvavites 7 sp.,
Dimorphites 1 sp.,
Anatomites 4 sp.,
Malayites 6 sp.,
Gonionotites 1 sp.,
Griesbachites 2 sp.,
Molengraafites 3 sp.,
Didymites 1 sp.,
Tropites 3 sp.,
Anatropites 1 sp.,
Styrites 1 sp.,
Metasibirites 2 sp.,
Thisbites 1 sp.,
Trachyplauraspidites 3 sp.,
Clionites 4 sp.,
Steinmannites 2 sp.,
Cyrtopleurites 1 sp.,
Choristoceras 1 sp.,
Paratibetites 3 sp.,
Distichites 2 sp.,
Sirenites 1 sp.,

[1] *Cos monautilus triangularis* Mojs. ist ein guter Vertreter dieser Gattung in der ostindischen Obertrias.

Waldthausenites 1 sp.,	*Sturia* 2 sp.,
Cladiscites 2 sp.,	*Paranautilus* 2 sp.,
Proarcestes 1 sp.,	*Proclydonautilus* 3 sp.,
Arcestes 3 sp.,	*Clydonautilus* 1 sp.,
Stenarcestes 1 sp.,	*Cosmonautilus* 1 sp.,
Placites 1 sp.,	*Pleuronautilus* (*Enoploceras*) 1 sp.

Die Orthoceren der timoresischen Mittel- und Obertrias tragen nach E. v. Bülow ein mediterranes Gepräge. Unter 11 spezifisch bestimmbaren Arten befinden sich 9 alpine. Dagegen hat das ungewöhnlich reiche Material an dibranchiaten Cephalopoden überwiegend autochthone Arten geliefert (4 unter 6 Spezies von *Dictyoconites*, 10 unter 13 von *Atractites*). Nur die Gattung *Aulacoceras*, deren Identität mit *Asteroconites* Tell. von Wanner und E. v. Bülow nachgewiesen worden ist, ist ausschließlich durch mehrere Varietäten des alpinen *A. sulcatum* Hau. vertreten. Während aber im Mediterrangebiet echte Aulacoceren sehr selten sind, erscheinen sie in der Obertrias von Timor in enormer Individuenzahl.

Unter den Korallen der timoresischen Obertrias, insbesondere von der Lokalität Pualaca in Portugiesisch Timor, hat P. Vinassa de Regny die folgenden neun Arten der alpinen Zlambachschichten gefunden:

Thecosmilia cf. *caespitosa* Reuss.
norica Frech.
norica var. *densisepta* Haas.
Oppeli Reuss.
cf. *clathrata* Emmr.
Moutlivaltia norica Frech.
marmorea Frech.
Procyclolithes triadicus Frech.
cf. *clypeiformis* Haas.
Spongiomorpha gibbosa Frech.

Auch zu der Korallenfauna der Cassianer Schichten sind Beziehungen durch zwei identische Arten (*Thecosmilia sublaevis* Muenst., *Th. subdichotoma* Muenst.) und durch mehrere Varietäten von *Isastraea Bronni* Klipst., *I. Haueri* Lbe., *I. plana* Lbe., *I. Guembeli* Lbe. angedeutet.

Auf alle Fälle ist der faunistische Unterschied der timoresischen Hallstätter Kalke von jenen des Salzkammergutes ganz unvergleichlich größer als zum Beispiel jener der letzteren von den obertriadischen Hallstätter Kalken der Argolis. Bei den Faunen der Hallstätter Kalke Griechenlands und der Ostalpen ist die Zugehörigkeit zu einer und derselben zoogeographischen Provinz auf den ersten Blick klar. Der obertriadischen Fauna von Timor gibt der starke himalayische Einschlag und die beträchtliche Anzahl neuer Formen ein von den alpinen Hallstätter Faunen hinreichend abweichendes Gepräge, um eine Trennung des Himamalayischen vom Mediterranen Reich zu rechtfertigen.

Um ein Urteil über die faunistischen Beziehungen der Obertrias des Sunda Archipels zu jener des Himalaya zu gewinnen, müssen wir auch die Verhältnisse auf den Molukken, insbesondere auf den Inseln Buru und Misol, zum Vergleich heranziehen, wie sie von L. Krumbeck [1] auf Grund der Aufsammlungen von G. Böhm, J. Wanner (1904) und K. Deninger (1906) eingehend geschildert worden sind.

---

[1] L. Krumbeck: Obere Trias von Buru und Misol. (Die Fogi Schichten und Asphaltschiefer West Burus und der Athyridenkalk des Misol-Archipels). Palaeontographica, Suppl. IV, 1913, in G. Böhm: Beiträge zur Geologie von Niederländisch-Indien.

Im östlichen Teile der Insel Serang hat J. Wanner[1] marine Schiefer, Sandsteine und Kalke norischen Alters angetroffen, deren Fazies an die Kwalu-Sandsteine Nordsumatras erinnert. Die Sandsteine, die manchmal in reine Quarzite übergehen, enthalten gelegentlich Pflanzenreste und kleine Kohlenschmitzen.

Die Fauna ist artenarm. Zusammen mit drei bezeichnenden Brachiopodenarten des alpinen Norikum (*Halorella amphitoma* Br., *H. retifrons* Bittn., *H. plicatifrons* Bittn.) kommt hier die echte *Monotis salinaria* Br. vor. Es ist dieser Punkt zugleich der östlichste bisher bekannte ihres Verbreitungsgebietes. Die übrigen Spezies (3 Korallen, eine Bivalven- und eine Schneckenart) sind spezifisch malayische Formen.

Auch auf der Insel Savu sind norische Ablagerungen von J. Wanner (l. c., p. 213) durch den Fund von *Asteroconites savuticus* Boehm — einer Varietät des *Aulacoceras sulcatum* v. Hauer (teste E. v. Bülow) — festgestellt worden.

Das reichste bis heute auf den Molukken bekannt gewordene Triasmaterial stammt von der Insel Buru. Es wurde von G. Boehm, Wanner und Deninger in den schwarzen Mergelschiefern, Mergelkalken und Kalksandsteinen der Landschaft Fogi gesammelt und von L. Krumbeck monographisch bearbeitet.

Die Fogi-Schichten sind neritische Bildungen unternorischen Alters und durch ihren Reichtum an Bivalven und Gastropoden ausgezeichnet, während die Ammoniten fast nur durch das allerdings sehr individuenreiche Subgenus *Neotibetites* Krumb. repräsentiert erscheinen. Daneben fanden sich noch je eine Art von *Indonautilus* und *Sagenites* und zwei Arten von *Metasibirites*, durchwegs autochthone Spezies, die jedoch immerhin Beziehungen zu indischen und mediterranen Arten erkennen lassen. Unter den 40 Lamellibranchiatenspezies sind nur zwei mit solchen aus dem Unternorikum des Himalaya identisch. Neben *Burmesia* Heal. aus den Napeng beds findet sich das außerhalb Buru noch nicht bekannte Genus *Fogiella*. Beziehungen zur mediterranen Obertrias sind zwar vorhanden, doch ist der lokale Charakter der Bivalven- und Gastropodenfauna der Fogi Schichten unverkennbar.

Den Fogi-Schichten gleichzustellen sind die Asphaltschiefer am Sifu in NW Buru und der sogenannte Athyridenkalk des Misol Archipels. In der ärmlichen Fauna des letzteren herrscht das in seiner Gestalt und Skulptur an *Eumetria* erinnernde Spirigerengenus *Misolia* Seidlitz[2] vor, das wahrscheinlich auch in der norischen Stufe des Himalaya einen Vertreter [*Spirigera* (?) *Noetlingi* Bittn.] besitzt.

Die Norische Stufe ist ferner im Misol Archipel durch die Nucula-Mergel Wanner's auf der Insel Lios vertreten. Wanner[3] hält sie für obernorisch auf Grund des Vorkommens von *Rhabdoceras Suessi* Hau. und *Choristoceras misolense*, einer Art aus der nächsten Verwandtschaft des *Ch. continue-costatum* Mojs. Außer diesen beiden bezeichnenden Ammoniten enthalten die Nucula-Mergel von Lios eine Lamellibranchiatenfauna, die sowohl jener der Padanger Plattenkalke auf Sumatra als der burmesischen Napeng beds nahesteht.

L. Krumbeck ist auf Grund seiner Analyse der Faunen von Buru und Misol für die Aufrechthaltung der von Noetling 1896 aufgestellten Indo-Chinesischen und Austral-Asiatischen Triasprovinzen als selbstständiger tiergeographischer Regionen zur Zeit der Obertrias eingetreten. Seine aus einer verschiedenen Beteiligung der einzelnen Tierklassen an der Fauna jeder dieser beiden Provinzen (Cephalopoden im Himalaya, Bivalven und Gastropoden im Malayischen Archipel) geschöpften Argumente haben sich durch die Entdeckung einer erstaunlich reichen Cephalopodenfauna in der timoresischen Obertrias als hinfällig erwiesen, aber das Auftreten zahlreicher autochthoner Formen unter den Gastropoden und Lamellibranchiaten der Malayischen Inselwelt bleibt gleichwohl eine Tatsache, die nicht unterschätzt werden darf.

---

[1] J. Wanner: Triaspetrefakten der Molukken u. des Timor-Archipels. Neues Jahrb. f. Miner. etc. Beil. Bd. XXIV, 1907, p. 182–185, 187–194, 210.

[2] W. v. Seidlitz: *Misolia*, eine neue Brachiopodengattung aus den Athyridenkalken von Buru und Misol. Palaeontographica, Suppl. IV, in G. Boehm, l. c., II/2, 1913.

[3] J. Wanner: Neues über die Perm-, Trias- und Juraformation des Indo-Australischen Archipels. Centralblatt f. Miner. etc. 1910, p. 737.

Beachtung verdient es insbesondere, daß gerade in der sonst durch eine ungewöhnlich weite horizontale Verbreitung ausgezeichneten Familie der *Halobiidae* eine ganze Reihe selbstständiger Arten auf das Malayische Gebiet beschränkt ist, ferner daß die mediterrane, aber auch im Himalaya verbreitete Gruppe der *Monotis salinaria* und die pazifisch-boreale der *Pseudomonotis ochotica*, die sonst einander auszuschließen scheinen, hier in unmittelbare Berührung treten[1]. Das Gesamtbild der Bivalvenfauna, aber auch der ziemlich hohe Prozentsatz autochthoner Typen unter den von Welter beschriebenen Ammoniten und Nautiloideen der timoresischen Obertrias rechtfertigt meiner Ansicht nach die von Noetling vorgenommene und von Krumbeck verteidigte Aufstellung einer besonderen tiergeographischen Provinz für die Trias des Malayischen Archipels.

Diese Malayische Provinz repräsentiert in viel höherem Grade als die Indische Provinz im Himalaya eine weitaus überwiegend neritische Region der Flachsee mit wechselnder Höhe der Strandlinie. Ein Gebiet dauernder Meeresbedeckung bildete wohl nur die Insel Timor. Nur auf Timor sind auch ältere triadische Bildungen als die karnische Stufe entwickelt, mit der sonst im Malayischen Archipel die triadische Meerestransgression beginnt.

Die anisischen und ladinischen Hallstätter Faunen von Timor harren noch der Bearbeitung. Nur über die Ammoniten der skythischen Stufe hat J. Wanner einige vorläufige Mitteilungen veröffentlicht. Die kleine Fauna von Kapan in Niederländisch Timor trägt ein rein himamalayisches Gepräge.[2] *Pseudosageceras multilobatum* Noetl. ist eine bezeichnende Art der Salt Range und des Himalaya.[3] Auch *Flemingites timorensis* und die beiden von Wanner beschriebenen neuen Spezies von *Meekoceras* schließen sich enge an ostindische Typen an.

Dagegen weist ein vereinzelter, aber bedeutsamer Fund von *Dinarites* (*Liccaites*) *Hirschii* Wann., den H. Hirschi im Jahre 1904 als Auswürfling eines Schlammvulkans bei Fatu Hada an der Südküste von Portugiesisch Timor gesammelt hatte, auf Beziehungen zur mediterranen Untertrias hin, da das Subgenus *Liccaites* Kittl bisher nur aus den Südalpen — auch dort übrigens nur als Seltenheit — aus dem indischen Faunengebiet hingegen noch nicht bekannt ist.

F. Neu-Caledonien und Neuseeland.

Eine ununterbrochene Meeresverbindung zwischen der Tethys und dem Gebiet des Pazifischen Ozeans im Osten des Australischen Kontinents erscheint durch den starken Einschlag tethyischer Faunenelemente in der Obertrias von Neu-Caledonien erwiesen.

Das Vorkommen der marinen Obertrias auf dieser Insel ist seit dem Jahre 1864 durch E. Deslongchamps[4] sichergestellt worden, der in den Aviculidenresten, die der französische Marincarzt E. Deplanches auf dem kleinen Eiland Hugon gesammelt hatte, die kurz vorher von K. v. Zittel aus der neuseeländischen Obertrias beschriebene *Pseudomonotis Richmondiana* erkannte. Über neues Fossilmaterial, das einige Jahre später durch Garnier's Reise hinzukam, hat P. Fischer[5] eine kurze Mitteilung veröffentlicht. Im Jahre 1895 beschrieb E. v. Mojsisovics den ersten Ammoniten aus der Obertrias von Neu-

---

[1] In der Obertrias des Kaukasus und der Krym ist die echte *Monotis salinaria* neben *Pseudomonotis caucasica* Wittenbg. bisher nicht bekannt geworden.

[2] J. Wanner: Triascephalopoden von Timor und Rotti. Neues Jahrb. f. Mineral. etc., Beil. Bd. XXXII, 1911, p. 177.

[3] Die ursprüngliche Heimat dieser Art ist ohne Zweifel das indische Faunengebiet, wenngleich sie als Einwanderer auch in der Untertrias von Albanien (nach G. v. Arthaber) erscheint.

[4] E. Deslongchamps: Documents sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie. Fossiles triasiques recueillis a l'île Hugon. Bull. Soc. Linnéenne de Normandie, Caen, 1864, VIII, p. 352—378.

[5] P. Fischer: Note sur les roches fossilifères de l'Archipel Calédonien. Bull. Soc. géol. France, ser. 2, Vol. XXIV, 1867, p. 457. — Vgl. auch F. Teller: Die Pelecypodenfauna von Werchojanssk. In E. v. Mojsisovics: Arktische Triasfaunen, Mem. Acad. Imp. sci. St. Pétersbourg VII. sér., Vol. XXXIII, 1886, p. 111.

Caledonien, eine neue Art der Untergattung *Stenarcestes*.[1] Im Jahre 1908 endlich gab M. Piroutet[2] seinen vorläufigen Bericht über die Triasablagerungen Neu-Caledoniens, der auch heute noch die einzige brauchbare Grundlage unserer Kenntnis dieser Formation auf der genannten Insel bildet.

Manche Angaben in Piroutet's Bericht fordern Zweifel und Widerspruch heraus. Leider sind mir seine Sammlungen in Paris unzugänglich geblieben, so daß ich nicht in der Lage war, jene Zweifel durch persönlichen Augenschein aufzuklären. Da auch eine abschließende Publikation, die eine Kritik der Bestimmungen Piroutet's an der Hand von Abbildungen ermöglichen würde, in absehbarer Zeit nicht zu erwarten ist, so muß ich mich hier auf einen kurzen kritischen Auszug aus den unten zitierten Mitteilungen beschränken.

Die obere Trias Neu-Caledoniens ist in zweifacher Ausbildung entwickelt. Die östliche Fazies — graphitische Tonschiefer mit *Pseudomonotis Richmondiana* Zittel — gilt als Sediment eines tieferen Meeresteiles, während die westliche, die eine Mächtigkeit von 3000 *m* erreicht, eine küstennahe Bildung darstellt und große Massen eruptiven Materials enthält. Innerhalb dieses zweiten, auf die Westseite der Insel beschränkten Entwicklungsgebietes unterscheidet Piroutet drei Abteilungen.

Die stratigraphische Stellung der untersten, fast 1000 *m* mächtigen Abteilung, die aus einem Basiskonglomerat, Sandsteinen und Schiefertonen mit gewaltigen Einlagerungen trachytischer Tuffe und Breccien besteht, ist ganz unsicher, da kein anderes Fossil als das Fragment eines *Orthoceras* nahe der Basis darin gefunden worden ist.

Die mittlere Abteilung weist die geringste Mächtigkeit (200 *m*) auf, ist aber am mannigfaltigsten gegliedert. Sie setzt sich aus Schiefern, Tonen, Grauwacken, andesitischen Tuffen und Breccien zusammen. Piroutet unterscheidet in ihr sieben Schichtgruppen.

Der tiefste Horizont, den er für ladinisch hält, hat die sizilische *Halobia Mojsisovicsi* Gemm., *H. Zitteli* Lindstr. — eine durch ihre weite Verbreitung im Borealen Reich bemerkenswerte Muschel — und *H. Kwaluana* Volz — eine Spezies aus den Kwalu-Schichten von Nordsumatra — geliefert. Die Richtigkeit der Bestimmungen vorausgesetzt, müßte dieser Horizont mit karnischen, nicht mit ladinischen Bildungen parallelisiert werden. Die sichere marine Trias würde sonach auf Neu-Caledonien, ebenso wie auf Sumatra und Rotti, mit der karnischen Stufe beginnen.

Der folgende Horizont ist charakterisiert durch *Mytilus problematicus* Zitt. und große Arten von *Spirigera* und *Spiriferina*. Dieser Horizont, der mit groben Basiskonglomeraten beginnt, in denen Stücke fossilen Holzes sehr häufig sind, bezeichnet den Eintritt einer bedeutenden Meerestransgression über älteres Gebirge.

Der dritte Horizont enthält Halobien von karnischem Habitus (*H. superba* Mojs., *H. austriaca* Mojs. *H.* cf. *Hochstetteri* Mojs., *H. intermedia* Mojs.), vergesellschaftet mit Brachiopoden, die durchwegs mit mediterranen Arten identisch oder sehr nahe verwandt, aber im Mediterranen Reich auf sehr verschiedene stratigraphische Niveaus verteilt sind. Piroutet zitiert neben 7 anisischen 9 karnische und 5 norische Spezies, wie die nachstehende Faunenliste erkennen läßt.

Rhynchonella decurtata var. *dalmatina* Bittn.	Anisisch.
» » var. *devita* Bittn.	
» *vivida* Bittn.	
» *alteplecta* Boeckh.	
Spiriferina fragilis Schloth.	
» *Koeveskalliensis* var. *subrimosa* Bittn.	
» *avarica* Bittn.	

[1] E. v. Mojsisovics: Ammonites triasiques de la Nouvelle-Calédonie. Compte Rendu Acad. sci. Paris, 18 nov. 1895.

[2] M. Piroutet: Note sommaire sur le Trias de la Nouvelle-Calédonie. Bull. Soc. géol. de France, sér. IV, T. VIII, 1908, p. 324–329.

Spiriferina gregaria Suess.	Karnisch.
» *Lipoldi* Bittn.	
» cf. *rariplecta* Muenst.	
Spirigera indistincta Beyr.	
» *Muensteri* Bittn.	
» *contraplecta* Muenst.	
Retzia ladina Bittn.	
» *quadricosta* Muenst.	
Terebratula Oppeli Lbe.	
Spiriferina cf. *halobiarum* Bittn.	Norisch.
Rhynchonella angulifrons Bittn.	
» *salinaria* Bittn.	
Austriella cf. *juvavica* Bittn.	
Halorella cf. *amphitoma* var. *rarecostata* Bittn.	

Die Leitfossilien der drei folgenden Horizonte sind sehr große Arten der Gattungen *Spiriferina* und *Spirigera*, hauptsächlich der Gruppe der von Suess aus der maorischen Obertrias beschriebenen *Spirigera Wreyi* angehörig. Aus dem höchsten dieser drei Horizonte stammen alle bisher in Neu-Caledonien entdeckten Triasammoniten, nämlich der von E. v. Mojsisovics 1895 beschriebene *Stenarcestes* nov. sp. ind., ferner einige unbestimmbare Reste von Arcesten, die sich auf die vier Gruppen der *intuslabiati*, *bicarinati*, *coloni* und *sublabiati* verteilen sollen, endlich *Rhacophyllites* cf. *neojurensis* Quenst.

Ein noch höheres Niveau als diese Cephalopodenbank mit Ammoniten von überwiegend norischem Gepräge nimmt eine Bank mit Halobien ein, die ausnahmslos karnischen Arten überaus nahestehen, wie *Halobia austriaca* Mojs., *H.* cf. *Suessii* Mojs., *H.* cf. *celtica* Mojs., *H.* cf. *comata* Bittn. Nach Pirouteт verraten die Ammoniten des sechsten Horizonts eine Mischung karnischer und norischer Typen, ähnlich wie im Tropitenkalk von Byans. Zu beachten ist indessen, daß die karnischen Halobien des siebenten und die Ammoniten des sechsten Horizonts nicht aus demselben Profil stammen, sondern an weit von einander abliegenden Lokalitäten — die ersteren bei Teremba, die letzteren auf der Halbinsel Mara — gesammelt wurden. Die stratigraphischen Beziehungen dieser beiden Horizonte zueinander können daher wohl kaum als vollständig gesichert gelten.

Die höchste und mächtigste Abteilung (zirka 1800 *m*) der Trias in Neu-Caledonien entspricht der norischen Stufe. Sie gleicht in ihrer lithologischen Zusammensetzung der mittleren Abteilung, doch spielen auch Einschaltungen von Kalksandsteinen in ihr eine gewisse Rolle. Die tieferen Bänke führen *Halobia rarestriata* Mojs. — es ist sehr auffallend, daß gerade diese, in der alpinen Trias so isoliert stehende Art des Pötschenkalkes hier wiederkehrt — die höheren Bänke enthalten *Pseudomonotis Richmondiana* Zitt., die als eine für die südwestliche Hälfte des Pazifischen Triasgebietes bezeichnende Varietät des weiteren Formenkreises der *Ps. ochotica* Keys. angesehen werden darf.[1] Es kennzeichnet mithin dieses eminent pazifische Faunenelement die norische Stufe in Neu-Caledonien ebenso wie auf Japan, im hohen Norden Sibiriens und in den amerikanischen Cordilleren. Zahlreiche in diesem Niveau eingestreute Pflanzenreste weisen auf die Nähe der Küste hin.

Die noch wenig bekannte Triasentwicklung auf der Südinsel von Neuseeland dürfte in den wesentlichen Zügen mit jener in Neu-Caledonien übereinstimmen.[2] Ein Teil der Wairoa-Gruppe, aus einer

[1] Vgl. F. Teller, l. c., p. 112. — F. Frech, in Lethaea mes. I, 4, Erklärung zu Taf. 68.

[2] E. v. Mojsisovics: Arktische Triasfaunen, l. c., p. 153. — F. Frech: Zirkumpazifische Trias, Lethaea mes. I 4, 1908, p. 506, 507.

Wechsellagerung von Schiefertonen, Mergeln, Kalksandsteinen und eruptiven Breccien mit pflanzenführenden Bildungen, gehört hierher. Auf die karnische Stufe weisen *Halobia Hochstetteri* Mojs., *Mytilus problematicus* Zitt. und *Spirigera Wreyi* Suess hin, auf die norische Stufe *Pseudomonotis Richmondiana* Zitt.[1]

Alle diese Fossilien stammen, wie G. Boehm[2] gezeigt hat, aus der Umgebung von Richmond im Norden der Südinsel Neuseelands. Ein zweiter Fundort, Mandeville in den Hokanui hills im Süden der Insel, hat neben einer nicht näher bestimmbaren Spezies von *Pseudomonotis* Cephalopodenreste der Nautiloideengenera *Proclydonautilus* Mojs. und *Grypoceras* Hyatt geliefert. Mir scheinen sie für eine sichere Deutung des (vielleicht norischen?) Alters der — immerhin zweifellos obertriadischen — Schichten von Mandeville nicht auszureichen. Die Bestimmungen der von Hutton[3] nach Hector's Angaben zitierten norischen Nautiloideen bedürfen jedenfalls der Nachprüfung.

Man wird wohl nicht umhin können, der Obertrias von Neu-Caledonien und Neuseeland mit Rücksicht auf ihre eigenartige Entwicklung den Rang einer besonderen Subregion oder gar Provinz einzuräumen. Diese Maorische Subregion oder Provinz ist das Verbreitungsgebiet einiger auffallender, auf sie beschränkter Brachiopoden- und Bivalventypen, so des *Mytilus problematicus* Zitt., der *Halobia Hochstetteri* Mojs., der *Pseudomonotis Richmondiana* Zitt. und der Gruppe der *Spirigera Wreyi* Suess. Andererseits weist der starke Einschlag malayischer, indischer und mediterraner Elemente auf eine Zugehörigkeit zum Himamalayischen Reiche hin.

G. Madagascar.

Die Geodenformation von Ambararata im Norden der Insel Madagaskar enthält eine Fauna, deren untertriadisches Alter von H. Douvillé,[4] A. Merle, E. Fournier[5] und mir[6] nachgewiesen worden ist.

Die Kieselgeoden in den schwarzen Tonen und Tonschiefern haben insbesondere Fischreste (*Palaeoniscidae, Platysomidae, Pholidophorus, Pholidopleurus, Dapedius, Lepidotus* ?) und zahllose, sehr kleine Ammoniten mit goniatitischen oder clydonitischen Loben geliefert. Aus dieser Ammonitenfauna kennen wir bis heute nur drei spezifisch bestimmbare Formen, die auf sehr enge Beziehungen zur Fauna der Hedenstroemia beds des Himalaya, beziehungsweise ihrer Äquivalente in den Ceratiten-Schichten der Salt Range, hinweisen, aber — entsprechend der fast universellen Verbreitung der oberskythischen Cephalopodenfauna im ganzen Umkreis des Indischen und Pazifischen Ozeans — auch eine nahe Verwandtschaft mit untertriadischen Arten Nordamerikas verraten. Es sind dies die folgenden Spezies:

Pseudosageceras multilobatum Noetl.

Aspidites Madagascariensis Dien. (nächst verwandt mit *Meekoceras pseudoplanulatum* Krafft et Dien.).

Xenodiscus Douvillei Dien. (nächst verwandt mit *X. nivalis* Dien. und *Paratirolites* Stojanow).

---

[1] K. v. Zittel: Fossile Mollusken und Echinodermen von Neuseeland. Novara-Expedition. Geol. Teil, Bd. I. 2. Abt., Wien, 1864.

[2] G. Boehm: Fossilien der oberen Trias von der Südinsel Neuseelands. Centralbl. f. Miner. 1910, p. 632.

[3] F. W. Hutton: Sketch of the geology of New-Zealand. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. XLI, 1885, p. 204. Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der Trias von Neuseeland vgl. auch P. Marshall: Geology of New-Zealand, Wellington, 1912, p. 183 ff., und »New Zealand«, Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von Steinmann und Wilckens, VII/1, Heidelberg, 1911, p. 17.

[4] H. Douvillé: Sur la découverte du Trias marin à Madagascar. Bull. Soc. géol. de France, sér. IV, T. X, 1910, p. 125.

[5] A. Merle et E. Fournier: Sur le Trias marin du Nord de Madagascar. Ibidem, p. 660.

[6] C. Diener: Ammoniten aus der Untertrias von Madagaskar. Sitzungsb. kais. Akad. Wissensch., Wien, Bd. CXXXIII., 1914, p. 911—922. Hier auch die ältere Literatur.

Jüngere Triasbildungen als solche der skythischen Stufe sind auf Madagaskar nicht vorhanden. Die untertriadische Transgression kennzeichnet nur eine kurze Episode in der Geschichte der mesozoischen Meere an den afrikanischen Küsten des Indischen Ozeans. Ein neues Übergreifen des Meeres auf den alten Festlandssockel erfolgte erst in der Liasperiode.

Die Weltstellung des Himamalayischen Reiches.

Die übereinstimmende Entwicklung der Faunen im Himalaya, in Südchina, Tonkin, Japan, an der Küste der Ussuribucht, auf Madagaskar, den Inseln des Malayischen Archipels, Neu-Caledonien und Neuseeland drängt zu der Aufstellung eines großen, einheitlichen marinen Lebensbezirkes während der Triasperiode, des Himamalayischen Reiches. Uhlig's Aufstellung dieses Reiches für die Perioden des Oberjura und der Unterkreide besitzt also auch für die Trias volle Geltung.

Auf Grund der Ausführungen in den vorangehenden Abschnitten können wir das Himamalayische Reich der Triasperiode ungefähr folgendermaßen faunistisch kennzeichnen.

Die himamalayische Fauna schließt sich im Ganzen zunächst an die mediterrane an, doch ist diese Verknüpfung während der skythischen Stufe nur eine ziemlich lose, dagegen zur Zeit der anisischen und insbesondere der karnischen Stufe eine sehr enge. Zur Zeit der norischen Stufe beginnen sich diese engen Beziehungen wieder ein wenig zu lösen.

Zahlreiche Cephalopodengattungen sind beiden Reichen gemeinsam. Wenn wir von den weltweit verbreiteten Gattungen absehen, die in dem einleitenden Kapitel dieser Arbeit aufgezählt worden sind, können wir als solchen gemeinsamen Besitz die folgenden Genera und Subgenera nennen:

I. Nautiloidea.

Proclydonautilus Mojs. (Neotrias).
Clydonautilus Mojs. (Neotrias).
Gonionautilus Mojs. (Norisch).
Mojsvaroceras Hyatt (Skythisch-Karnisch).
Syringonautilus Mojs. (Anisisch-Norisch).
Germanonautilus Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Grypoceras Hyatt (Skythisch-Norisch).
Gryponautilus Mojs. (Norisch).
Paranautilus Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Phloioceras Hyatt (Ladinisch-Karnisch).
Pleuronautilus Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Anoploceras Hyatt (Anisisch-Karnisch).
Enoploceras Hyatt (Neotrias).
Styrionautilus Mojs. (Ladinisch-Karnisch).
Thuringionautilus Mojs. (Anisisch-Karnisch).

II. Ammonoidea.

Acanthinites Mojs. (Norisch).
Acrochordiceras Hyatt (Anisisch).
Anisarcestes Kittl (Karnisch).
Pararcestes Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Steinarcestes Mojs. (Neotrias).
Arpadites Mojs. (Ladinisch-Karnisch).
Dittmarites Mojs. (Neotrias).
Buchites Mojs. (Neotrias).
Carnites Mojs. (Karnisch).
Celtites Mojs. (Skythisch-Norisch).
Ceratites De Haan (Mesotrias).
Halilucites Dien. (Mesotrias).
Peripleurocyclus Dien. (Anisisch).
Philippites Dien. (Anisisch).
Hollandites Dien. (Skythisch, Mesotrias).
Choristoceras Hau. (Norisch, Rhätisch).
Cladiscites Mojs. (Neotrias).
Hypocladiscites Mojs. (Karnisch).
Paracladiscites Mojs. (Neotrias).
Cuccoceras Dien. (Anisisch).
Danubites Mojs. (Skythisch, Anisisch).
Cyrtopleurites Mojs. (Neotrias).
Dalmatites Kittl (Skythisch, Anisisch).
Daphnites Mojs. (Norisch).

Dinarites Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Liccaites Kittl (Skythisch).
Didymites Mojs. (Norisch).
Dionites Mojs. »
Discotropites Hyatt et Smith (Karnisch).
Distichites Mojs. (Neotrias).
Drepanites Mojs. (Norisch).
Ectolcites Mojs. »
Gonionotites Gemm. (Karnisch).
Gymnites Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Anagymnites Hyatt (Anisisch).
Halorites Mojs. (Norisch).
Helictites Mojs. »
Isculites Mojs. (Skythisch-Norisch).
Japonites Mojs. (Skythisch, Anisisch).
Joannites Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Juvavites Mojs. (Neotrias).
Dimorphites Mojs. (Neotrias).
Griesbachites Mojs. (Karnisch).
Jovites Mojs. (Neotrias).
Kymatites Waag. (Skythisch).
Lobites Mojs. (Ladinisch, Karnisch).
Coroceras Hyatt (Karnisch).
Paralobites Renz (Karnisch).
Margarites Mojs. (Neotrias).
Nannites Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Koninckites Waag. (Skythisch).
Megaphyllites Mojs. (Anisisch-Rhätisch).
Miltites Mojs. (Karnisch).
Leiophyllites Dien. (Skythisch, Anisisch).
Mojsvarites Pomp. (Neotrias).
Ophiceras Griesb. (Skythisch).
Parathisbites Mojs. (Norisch).
Proavites Arth. (Skythisch, Anisisch).
Proptychites Waag. (Skythisch).
Phormedites Mojs. (Norisch).
Rhacophyllites Zitt. (Neotrias).
Discophyllites Hyatt »
Pseudosageceras Dien. (Skythisch).
Pinacoceras Mojs. (Anisisch-Norisch).
Polycyclus Mojs. (Karnisch).
Procladiscites Mojs. (Mesotrias).
Proteites Hau. (Anisisch).
Rhabdoceras Hau. (Norisch).
Sageceras Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Sagenites Mojs. (Neotrias).
Trachysagenites Mojs. (Karnisch).
Sandlingites Mojs. (Neotrias).
Metasibirites Mojs. (Norisch).
Sirenites Mojs. (Neotrias).
Anasirenites Mojs. (Neotrias).
Smithoceras Dien. (Anisisch).
Stacheites Kittl (Skythisch, Anisisch).
Steinmannites Mojs. (Norisch).
Sturia Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Styrites Mojs. (Karnisch).
Thisbites Mojs. »
Tirolites Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Tornquistites Hyatt et Smith (Karnisch).
Trachyceras Lbe. (Ladinisch, Karnisch).
Tropites Mojs. (Neotrias).
Anatropites Mojs. (Karnisch).
Paratropites Mojs. »
Tropicellites Mojs. »
Xenaspis Waag. (Skythisch, Anisisch).

Eine große Zahl dieser Gattungen und Untergattungen ist im Mediterranen und Himamalayischen Reiche ungefähr gleich stark entwickelt. Bei anderen besteht in dieser Beziehung ein auffallendes Mißverhältnis, insbesondere zur Zeit der skythischen Stufe. *Dinarites* und *Tirolites* sind im Himamalayischen Reich, *Xenodiscus, Ophiceras* und das große Heer der *Meekoceratidae* im Mediterranen Reich selten.

Die folgenden Genera und Subgenera von Ammonitiden sind ausschließlich auf das Himamalayische Reich beschränkt:

Amarassites Welt. (Neotrias).
Trachypleuraspidites Dien. (Neotrias).
Bambanagites Mojs. (Norisch).
Bukowskiites Dien. (Anisisch).
Haydenites Dien. »
Salterites Dien. (Anisisch).
Durgaites Dien. »
Episageceras Noetl. (Skythisch).
Girthiceras Dien. (Karnisch).
Guembelites Mojs. (Norisch).

Buddhaites Dien. (Anisisch).
Himavatites Dien. (Neotrias).
Indonesites Welt. »
Jellinekites Dien. »
Kashmirites Dien. (Skythisch).
Indolobites Renz (Anisisch).
Malayites Welt. (Neotrias).
Martolites Dien. (Norisch).
Metacarnites Dien. (Neotrias).
Molengraafites Welt. (Norisch).
Otoceras Griesb. (Skythisch).
Parajuvavites Mojs. (Norisch).
Parakymatites Waag. (Skythisch).
Prionites Waag. (Skythisch).
Anotoceras Hyatt (Skythisch).
Pseudharpoceras Waag. (?).
Ananorites Dien. (Anisisch).
Pseudodanubites Hyatt (Anisisch).
Rimkinites Mojs. (Karnisch).
Thetidites Mojs. (Norisch).
Stephanites Waag. (Skythisch).
Thanamites Dien. (Ladinisch).
Tibetites Mojs. (Neotrias).
Anatibetites Mojs. (Norisch).[1]
Paratibetites Mojs. »
Neotibetites Krumb.
Vishnuites Dien. (Skythisch).
Waldthausenites Welt. (Neotrias).

Dazu kommen die beiden Nautiloideengattungen: *Indonautilus* Mojs. (Norisch), und *Taenionautilus* Frech (Skythisch).

Unter diesen dem Himamalayischen Reich eigentümlichen Gattungen zeichnen sich *Buddhaites. Kashmirites, Parajuvavites, Tibetites* durch große Häufigkeit aus, so daß sie zu den wichtigsten Leitfossilien der durch sie charakterisierten Horizonte zählen. Zu ihnen gesellt sich für die Untertrias die mit dem Andinen Reich gemeinsame Gattung *Flemingites* Waag., die bis heute aus dem Mediterranen Reich noch nicht sicher bekannt ist.

Diesen positiven Merkmalen können auch einige kaum weniger bezeichnende negative an die Seite gestellt werden. Vor allem die Abwesenheit einiger im Mediterrangebiet sehr häufiger und formenreicher Cephalopodengenera, wie *Balatonites* Mojs., *Judicarites* Mojs., *Norites* Mojs., *Phyllocladiscites* Mojs. und *Psilocladiscites* Mojs. in der mittleren, *Epiceratites* Dien., *Cochloceras* Hau., *Sibyllites* Mojs., *Sphingites* Mojs., *Cycloceltites* Mojs. in der oberen Trias.

Das Himamalayische Reich ist die Heimat der Meekoceratiden und Ceratitiden. Einige der wichtigsten Stämme triadischer Ammoniten haben hier ihren Ursprung genommen. Die gemeinsame Wurzel derselben liegt, wie ich an anderer Stelle ausführlicher zu begründen versucht habe, in der Gattung *Xenodiscus* Waag., die aus dem Perm unverändert bis in die obere Abteilung der skythischen Stufe hinaufgeht. *Xenodiscus* selbst aber ist schon am Beginn der mesozoischen Ära durch Übergangsformen mit der longidomen Gattung *Xenaspis* Waag. und mit den brevidomen Gattungen *Meekoceras* Hyatt und *Ophiceras* Griesb. so innig verknüpft, daß es nicht möglich ist, innerhalb der gewissermaßen Kollektivtypen darstellenden Ammoniten der *Otoceras-Ophiceras*-Zone des Himalaya für jedes der jüngeren triadischen Genera eine bestimmte Form als Vorläufer ausfindig zu machen.

Meekoceras selbst ist wahrscheinlich von *Ophiceras* abzuleiten, und zwar von engnabeligen Formen, wie *Ophiceras Sakuntala* Dien. Ein anderer Zweig von *Ophiceras* führt zu *Flemingites* Waag. F. Frech[2] hat in *Fl. praenuntius* eine Zwischenform beschrieben, die Merkmale dieser beiden Gattungen vereinigt. Dagegen scheint eine andere Gruppe von *Flemingites* unmittelbar auf *Xenodiscus* zurückzugehen, wie sich aus den engen Beziehungen des *Fl. radiatus* Waag. zu dem permischen *Xenodiscus plicatus* Waag. ergibt.

Auf *Meekoceras* gehen *Proavites, Proptychites* und *Beyrichites* zurück, die ihre glatten oder schwach skulpturierten Schalen bewahrt haben, ferner eine Anzahl scheibenförmiger Ammoniten, die durch die

[1] Woferne man nicht *Palicites* Gemm. für identisch mit *Anatibetites* ansehen will.

[2] F. Frech: Triasammoniten aus Kaschmir. Centralbl. f. Miner. etc. 1902, p. 135.

Erwerbung von Adventivloben in ihrer Suturlinie charakterisiert sind. Am deutlichsten tritt diese Verknüpfung zwischen *Meekoceras* und *Hedenstroemia* Waag. durch die Gruppe der *H. lilangensis* Krafft (Subgen. *Clypites* Waag.) hervor. *Hedenstroemia* selbst ist wieder durch eine Zwischenform aus den Meekoceras beds in Spiti mit *Pseudosageceras* Dien. verbunden.

Meekoceras ist aber auch der mutmaßliche Ausgangspunkt für einen wichtigen Zweig trachyostraker Ammoniten. Aus Formen, die wie *M. Hodgsoni* Dien. eine schwache, den Externteil übersetzende Skulptur aufweisen, mögen sich in der Zeit des jüngeren Skythikums *Sibirites* Mojs. und während der anisischen Stufe *Acrochordiceras* Hyatt entwickelt haben. Andererseits könnte auch *Kashmirites* Dien. als Übergangsform zwischen *Sibirites* und *Xenodiscus* in Betracht kommen.

Unter den Ceratitiden geht zum mindesten *Hollandites* Dien. auf *Xenodiscus* zurück. *Hollandites pumilio* Krafft et Dien., der älteste Vertreter der Gattung *Ceratites* im weiteren Sinne, tritt früher als irgend einer der mediterranen Ceratiten in den oberskythischen Hedenstroemia beds von Spiti auf. In Querschnitt und Ornamentierung stimmt er mit den typischen Repräsentanten der vorwiegend im Muschelkalk des Himalaya verbreiteten Untergattung *Hollandites* überein, während der noch relativ weite Nabel und die Suturlinie an *Xenodiscus* erinnern. Auch die echten *Ceratites nodosi* sind wohl aus *Hollandites* hervorgegangen und haben einen indischen Ursprung. Wenigstens sind sie im Muschelkalk von Kaschmir nicht minder häufig als in der anisischen Stufe der Ostalpen. Keinesfalls gehen die indischen Ceratiten auf die mediterrane Gattung *Dinarites* Mojs. zurück, die, ebenso wie *Tirolites*, nur als ein Einwanderer im Himamalayischen Reich erscheint.

Unter den longidomen *Ammonea trachyostraca* besitzen — von den bereits erwähnten *Sibiritidae* abgesehen — die *Tropitidae* ihren ältesten Vertreter im Mediterranen (*Protropites* Arth.), die *Haloritidae* im Himamalayischen Reich (*Smithoceras* Dien.). *Arcestoidea* treten mit den Gattungen *Proarcestes* und *Joannites* in beiden Reichen in der anisischen Stufe gleichzeitig auf.

Unter den Bivalven kann man *Lilangina* Dien., *Pomarangina* Dien., *Fogiella* Krmb., *Catella* Heal., *Burmesia* Heal., *Prolaria* Heal., *Datta* Heal., *Krumbeckia* Dien.,[1] unter den Brachiopoden die Spirigerengruppen der *Spirigera Wreyi* Suess und *Misolia* Seidl. als für das Himamalayische Reich bezeichnend hinstellen. Die Armut des letzteren an Gastropoden dürfte wohl nur bis zur Entdeckung einer der Entwicklung dieser Molluskenklasse günstigen Fazies bestehen.

Innerhalb der größeren Einheit des Himamalayischen Reiches konnten wir mindestens zwei Hauptteile unterscheiden, die Himalayische oder Indische Triasprovinz und die Malayische Provinz. Zwischen beiden vermittelt die Chinesisch-Hinterindische Provinz oder Subregion. Den Charakter eigenartiger, bis zu einem gewissen Grad gesonderter Lebensbezirke beanspruchen ferner die Punjabische Subregion, mit der Salt Range im Mittelpunkt, die Madegassische Subregion, die einem untertriadischen Meeresarm der Tethys (Neumayr's Äthiopischem Mittelmeer) entspricht, und die Japanische Subregion. Einen höheren Rang dürfte wahrscheinlich die Maorische Provinz einnehmen, die Neu-Caledonien und Neuseeland umfaßt. Aber so wie heute noch die tropischen Teile des Indischen und Pazifischen Ozeans über die ganzen Ozeaniden hinaus, nach ihren Molluskenfaunen beurteilt, einen einheitlichen Lebensbezirk darstellen, so gehörten die südöstliche Hälfte der Tethys und das westpazifische Gebiet schon während der Triasperiode einem und demselben Hauptentwicklungszentrum an.

---

[1] C. Diener: Zur systematischen Stellung der Pelecypodengattung *Pomarangina*. Centralblatt f. Miner. etc., 1915, p. 129.

IV. Das Andine Reich.

Untere Trias in Idaho, im östlichen Nevada und im südlichen Californien. — Mittlere Trias in Nevada. — Der karnische Hosselkus limestone. — Himamalayische Beziehungen in der untersten, mediterrane in der mittleren und oberen Trias. — Norische Korallenfaunen. — Weite Verbreitung der norischen Stufe mit *Pseudomonotis ochotica*. — Karnische Transgression in Mexiko. — Obere Trias in Peru. — Charakteristik des Andinen Reiches.

Das Andine Reich teilt mit dem Borealen eine gewisse Unvollständigkeit in der Entwicklung der marinen Schichtreihe des Triassystems. Ein zusammenhängendes Profil, das eine solche Schichtserie von der skythischen bis zur rhätischen Stufe in lückenloser Weise aufschließen würde, wie wir es in den Alpen und im Himalaya an so vielen Orten kennen, gibt es entlang dem ganzen Ostrande des Pazifischen Ozeans an keiner Stelle.

Die Verbreitung der marinen Untertrias beschränkt sich auf das südöstliche Idaho, das östliche Nevada und das südöstliche Californien. In dem letzteren Staate reicht das Profil in der Inyo Range noch bis in die tiefste Mitteltrias hinauf. Die mittlere Trias ist nur in der West Humboldt Kette Nevadas vollständig entwickelt. Doch fehlt hier die untere Trias und zwischen versteinerungsreiche Mitteltrias und norische Stufe schiebt sich eine 350 *m* mächtige Masse fossilleerer Kalke, der Star Peak limestone, ein. Nur im nördlichen Californien und im nordöstlichen Oregon sind versteinerungsreiche Bildungen der karnischen und norischen Stufe über der oberen Abteilung der Mitteltrias in zusammenhängenden Profilen aufgeschlossen. Außerhalb der Staaten Californien, Oregon, Idaho und Nevada tritt uns die Triasformation nirgends in mariner Ausbildung entgegen. Sonst kennt man innerhalb des Andinen Reiches marine Obertrias noch aus dem zentralen Mexiko, aus Columbien und Peru.

Es ist schwer, sich aus den dürftigen vorliegenden Daten über die stratigraphischen Beziehungen der marinen Untertrias zum jüngeren Paläozoikum im Andinen Reich ein zutreffendes Bild zu machen. A. C. Peale [1] teilt mit, daß die fast 1000 *m* mächtige Trias in Idaho konkordant mit dem liegenden Karbon verbunden sei, daß die Bänke mit *Meekoceras gracilitatis* White nahe der Basis der Triasserie liegen und daß die limnisch-terrestrischen Ablagerungen der Red beds deren Abschluß nach oben bilden. Ebenso gibt J. P. Smith [2] an, daß unter den Meekoceras beds Californiens in Inyo County noch mehrere hundert Fuß fossilleerer Schiefer bis zu den kieseligen Fusulinenkalken nach abwärts folgen, so daß auch hier eine Unterbrechung in der Meeresbedeckung an der Wende des Paläozoikums und Mesozoikums nicht unbedingt angenommen werden muß. Freilich fehlen andererseits für den Mangel einer solchen alle paläontologischen Beweise ähnlicher Art, wie sie in den südöstlichen Alpen, in Bosnien, im Himalaya oder in der Salt Range vorliegen.

Dagegen erscheint ein transgressives Auftreten der mittleren Trias in Nevada sichergestellt, da die reichen Ammonitenfaunen der West Humboldt Range nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter in den von den Mitgliedern der »Survey of the fortieth Parallel« als Nr. 1 bezeichneten Kalksteinen unmittelbar über der viel älteren, aus metamorphischen Gesteinen bestehenden Koipato group liegen. In Shasta County beginnt die Transgression mit der ladinischen, in Plumas County und in den Blue Mountains des nordöstlichen Oregon mit der karnischen Stufe.

---

[1] Jura-Trias-Section of Southeastern Idaho and Western Wyoming. Bull. Geol. a. Geogr. Surv. Territories, Vol. V, No. 1, 1879, p. 119.

[2] J. Perrin Smith: The border-line between Palaeozoic and Mesozoic in Western America. Journ. of Geol., Vol. IX, No. 6, 1901, p. 517.

In der Diagnose der einzelnen Triasstufen in den westlichen Staaten der Union stütze ich mich in erster Linie auf die Arbeiten von J. P. Smith.[1] Ihm, dem besten heute lebenden Kenner der nordamerikanischen Trias, verdanke ich auch ein reiches, prächtig erhaltenes Material an andinen Triascephalopoden, das mir eine kritische Nachprüfung mancher Angaben ermöglicht hat.

Eine vollständige Entwicklung der Untertrias findet sich nur in den Profilen im Paris Canyon im südöstlichen Idaho. Die tiefste fossilreiche Schicht sind hier die grauen Kalke der Meekoceras beds, deren Mächtigkeit 8 *m* beträgt. 75 *m* höher folgen die Tirolites beds und weitere 15 *m* über diesen die Columbites beds. Jede dieser drei skythischen Schichtgruppen enthält eine ganz verschiedene Fauna.

Die Cephalopodenfauna der Meekoceras beds ist im südöstlichen Idaho, im östlichen Nevada und im südöstlichen Californien (Inyo County) wohl zum überwiegenden Teile himamalayischen Ursprungs. Obgleich uns Girty[2] aus dem amerikanischen Perm in *Paraceltites elegans* einen Ammoniten kennen gelehrt hat, der als Stammform einer Fauna triadischer Ceratiten in Betracht kommen könnte, so ist doch die Übereinstimmung der Gattungen und selbst mancher Arten der amerikanischen Meekoceras beds mit solchen aus der skythischen Stufe Indiens und des Ussurigebietes zu groß, um eine andere Erklärung als jene durch eine Einwanderung aus Asien entlang einer nördlichen Küste des Pazifischen Ozeans zuzulassen.

Nicht weniger als 18 Genera beziehungsweise Subgenera sind beiden Gebieten gemeinsam, nämlich: *Meekoceras* Hyatt, *Aspidites* Waag., *Koninckites* Waag., *Gyronites* Waag., *Proavites* Arth.,[3] *Flemingites* Waag., *Xenodiscus* Waag., *Ophiceras* Griesb., *Pseudosageceras* Dien., *Inyoites* Hyatt et Smith, *Hedenstroemia* Waag., *Clypites* Waag., *Sibirites* Mojs., *Nannites* Mojs., *Proptychites* Waag., *Ussuria* Dien., *Goniodiscus* Waag., *Xenaspis* Waag.

So unzweifelhaft sich auch die schon von J. P. Smith betonten himamalayischen Beziehungen der andinen Cephalopodenfauna der Meekoceras beds zu erkennen geben, so muß doch das Auftreten spezifischer, für das Andine Reich durchaus charakteristischer Typen hervorgehoben werden. Zu diesen gehören die allerdings meist seltenen Gattungen: *Aspenites, Cordillerites, Lanceolites, Owenites.* Auch *Paralecanites* Dien., der in der Tethys nicht über die Oberkante des Perm hinauszugehen scheint, könnte hier als Superstitenform angeschlossen werden.

Trotz der so engen Verwandtschaft mit himamalayischen Faunen stößt eine schärfere Parallelisierung der nordamerikanischen Meekoceras beds mit einer der Unterabteilungen der skythischen Stufe im Himalaya oder in der Salt Range auf kaum überwindliche Schwierigkeiten. J. P. Smith betrachtet die Meekoceras beds in Idaho und Californien als den Hedenstroemia beds und deren Äquivalenten in den Ceratiten Schichten der Salt Range homotaxe Bildungen. In der Tat lassen sich für eine solche Parallelisierung gewichtige Argumente ins Feld führen, insbesondere das Vorkommen der nachstehenden vikariierenden Spezies:

Himamalayisch.	Andin.
Sibirites tenuistriatus Waag.	*S.* cf. *tenuistriatus* Waag.
» *hircinus* Waag.	*S.* aff. *hircino* Waag.

[1] Ich nenne hier als die wichtigsten in chronologischer Ordnung: Mesozoic changes in the faunal geography of California. American Journ. of Geol. III, No. 4, 1895, p. 369—384. — Geographic relations of the Trias of California. Ibidem, VI, No. 3, 1898, p. 776—786. — Über Pelecypodenzonen in der Trias Nordamerikas. Centralbl. f. Miner. etc. 1902, p. 689. — The comparative stratigraphy of the marine Trias of Western America. Proceed. Californ. Acad. of scienc. 3. ser., Vol. I, No. 10, 1904, p. 325—428. — The stratigraphy of the Western American Trias. A. v. Koenen-Festschrift. — Stuttgart, 1907, p. 377—434. — The occurrence of coral-reefs in the Triassic of North America. Amer. Journ. of science. XXXIII, 1912, p. 92—96. — The distribution of Lower triassic faunas. Amer. Journal of Geology, Chicago, XX, 1912, p. 13—20. — Ferner A. Hyatt and J. P. Smith: Triassic Cephalopod genera of America. U. S. Geol. Surv. Profess. Pap. No. 40, Washington, 1905.

[2] G. Girty: The Guadaloupian fauna. U. S. Geol. Surv. Profess. Pap. No. 58, Washington, 1908, p. 499.

[3] Zu dieser Gattung stelle ich *Lecanites Knechti* Hyatt et Smith.

Himamalayisch.	Andin.
Goniodiscus typus Waag.	*G.* cf. *typus* Waag.
Hedenstroemia Mojsisovicsi Dien.	*H. Kossmati* H. et Sm.
Flemingites Rohilla Dien.	*Fl.* cf. *Rohilla* Dien.
» *Salya* Dien.	*Fl. cirrus* H. et Sm.
Nannites hindostanus Dien.	*N.* cf. *hindostanus* Dien.
Pseudosageceras multilobatum Noetl.	*Ps. intermontanum* H. et Sm.

Andererseits bestehen jedoch auch nahe Beziehungen zur Fauna der *Meekoceras*-Zone und selbst der *Ophiceras*-Zone von Spiti, wie die folgende Tabelle erkennen läßt.

Himamalayisch.	Andin.
Meekoceras boreale Dien.	*M. boreale* Dien.
» *Hodgsoni* Dien.	*M.* cf. *Hodgsoni* Dien.
Ophiceras Sakuntala Dien.	*O.* cf. *Sakuntala* Dien.
» *gibbosum* Griesb.	*O.* aff. *gibboso* Griesb.

Dazu kommen noch zwei weitere Arten des Genus *Ophiceras* Griesb., das in Indien nicht mehr in die obere Abteilung der skythischen Stufe aufsteigt, und *Ussuria* Dien. aus den *Proptychites*-Schichten von Wladiwostok.

Diese Vergesellschaftung von Faunenelementen aus allen skythischen Zonen des Himamalayischen Reiches gestattet es nicht, eine Parallelisierung der Meekoceras beds von Californien und Idaho mit den Hedenstroemia beds des Himalaya ohne Einschränkung auszusprechen. Immerhin wäre eine solche Vergesellschaftung vielleicht verständlich unter der Voraussetzung einer Einwanderung aus dem indischen Faunengebiet, die für die einzelnen Gattungen eine sehr ungleich lange Zeit in Anspruch nahm, so daß Formen, die im Himalaya verschiedene stratigraphische Niveaus einhalten, doch an der Ostküste des Pazifischen Ozeans annähernd gleichzeitig eintrafen. Auch mochten Formen, die in Indien unter dem Einfluß des sich rascher und intensiver vollziehenden Faunenwechsels erloschen waren, unter den günstigeren Bedingungen, die sie auf der Wanderung nach Osten trafen, sich unverändert oder in nur wenig abgeänderten Nachkommen (*Ophiceras* cf. *Sakuntala* Dien. in Idaho, Californien und Albanien) länger als an ihrem Ursprungsort erhalten.

Der Einwanderung himamalayischer Elemente nach Nordamerika zur Zeit der Ablagerung der andinen Meekoceras beds steht nur ein sehr beschränkter Austausch von Faunenelementen in entgegengesetzter Richtung gegenüber. Nur *Inyoites* Hyatt et Smith erscheint als ein sehr seltener Gast in der Untertrias von Kaschmir. Die Tatsache, daß dem faunistischen Einfluß der indischen auf die andine Region in keiner Phase der skythischen Epoche ein Eindringen andiner Formen in das Himamalayische Reich ein Gegengewicht bot, ist eines der wesentlichsten Hindernisse für eine befriedigende Korrelation der Unterabteilungen der skythischen Stufe in beiden Reichen.

Direkte Beziehungen zum Mediterranen Reich außerhalb der Verbindung über Indien und die Tethys sind in der Fauna der Meekoceras beds Nordamerikas nicht angedeutet. Dagegen bestehen solche, wenn auch in untergeordnetem Maße, zum Borealen Reich. Beiden ist, wenn wir von den auch im Himamalayischen Reich verbreiteten Gattungen absehen, das Genus *Prosphingites* Mojs. gemeinsam. Außerdem zitiert J. P. Smith *Meekoceras* cf. *euomphalum* Keys. und *Gyronites* cf. *Schmidti* Mojs. — zwei Arten der nordsibirischen Olenek Schichten — in seiner Faunenliste der Meekoceras beds von Idaho.

Eine vollständige Änderung des Faunencharakters stellt sich in den Tirolites beds des Paris Canyon ein, einer 15 *m* mächtigen Schichtgruppe aus grauen Kalkschiefern, die 75 *m* über der fossilreichen Bank

der Meekoceras beds liegen. J. P. Smith hat den echt mediterranen Charakter ihrer Ammonitenfauna hervorgehoben. Die wenigen spezifisch bestimmbaren Ammoniten der Tirolites beds, nämlich:

Dalmatites cf. *morlaccus* Kittl.
Tirolites cf. *cassianus* Quenst.
» cf. *Haueri* Mojs.
» cf. *Smiraginii* Mojs.

sind durchwegs Typen aus den alpinen Campiler Schichten, ohne jede Beimischung himamalayischer Elemente. Smith weist mit vollem Recht auf die Notwendigkeit hin, für die Herkunft dieser Fauna eine direkte Verbindung mit dem Mediterranen Reich über das Antillenmeer ohne den Umweg über Indien in Anspruch zu nehmen.

Die vollständige Verdrängung der *Meekoceras*-Fauna himamalayischen Ursprungs durch die Invasion mediterraner Gäste war nur von kurzer Dauer. Die höchste Abteilung der skythischen Stufe im Profil des Paris Canyon, ein dünn geschichteter, brauner bituminöser Kalkstein, enthält 90 *m* über dem Horizont des *Meekoceras gracilitatis* das fossilreiche, 10 *m* mächtige Niveau der Columbites beds. Das Leitfossil desselben ist die Gattung *Columbites* Hyatt et Smith, die durch fünf Arten vertreten wird. Außerhalb des Andinen Reiches erscheint *Columbites* auch in der mediterranen Untertrias von Kčira in Albanien, wo er in vier Arten kaum weniger häufig als in Idaho auftritt,[1] so daß man darüber im Zweifel bleiben mag, ob Amerika oder Europa als seine Heimat anzusehen seien. Dagegen ist sein Vorkommen im Himamalayischen[2] und im Borealen[3] Reich keineswegs sicher.

Außer *Columbites* führt J. P. Smith aus diesem Niveau eine zweifelhafte Spezies des Genus *Tirolites*, zwei indifferente Ammoniten, die er zu *Celtites* Mojs. stellt, und eine Anzahl gut erhaltener Meekoceratiden an, denen für eine Beurteilung der Beziehungen der Columbites beds zu den benachbarten Reichen daher die größte Bedeutung beizumessen ist. Zwei Arten — *Meekoceras pilatum* und *Pseudosageceras intermontanum* — sind Superstiten aus den Meekoceras beds. Zwei andere Arten — *Meekoceras Jacksoni* und *M.* aff. *Keyserlingi* Mojs. — werden mit solchen aus den Olenek Schichten verglichen und veranlassen J. P. Smith zu dem Urteil: »Die Fauna der Columbites beds ist im wesentlichen eine boreale Fauna. Ihr Erscheinen bezeichnet eine Änderung in den faunistischen Beziehungen und ein Aufhören der Verbindung mit der Mediterranen Region durch den Atlantischen Ozean.«[4]

Dieses Urteil hält einer genaueren Kritik nicht stand. Das von G. v. Arthaber sichergestellte Vorkommen von *Columbites* in Albanien beweist, daß die Verbindung des Andinen mit dem Mediterranen Reich während jener Epoche nicht unterbrochen war. Aber auch die Beziehungen zum Borealen Reich sind keineswegs stärker als zum Himamalayischen. *Meekoceras Jacksoni* ist mit *M. Smithii* Kr. et Dien.[5] aus der Untertrias von Byans ebenso nahe verwandt als mit dem sibirischen *M.* (*Gyronites*) *Schmidti* Mojs. Auch steht *Ophiceras Spencei* Hyatt et Smith dem indischen *O. ptychodes* näher als irgend einer Form aus den Olenek Schichten. Beziehungen zur Olenek Fauna sind, wie das früher auseinandergesetzt

---

[1] G. v. Arthaber: Die Trias von Albanien. Beitr. z. Geol. u. Paläont. Österr.-Ungarns etc. XXIV, p. 191.

[2] Auf Grund einer Angabe von H. Mansuy. Vergl. dazu G. v. Arthaber, l. c., p. 191.

[3] J. P. Smith (The stratigraphy of the Western American Trias, l. c., 1907, p. 400) hält eine seiner *Columbites*-Arten für fast identisch mit *Monophyllites* (?) sp. *ind.* v. Mojsisovics (Arktische Triasfaunen, l. c., 1886, p. 73, Taf. XI, Fig. 18, 19) aus den Olenek Schichten. Da es sich bei der letzteren Form um innere Kerne von sehr kleinen Dimensionen handelt, so haftet dieser Identifizierung eine erhebliche Unsicherheit an.

[4] J. P. Smith, l. c., p. 400. Dieses Urteil hat Smith im Jahre 1912 dahin modifiziert, daß er an dem borealen Entwicklungszentrum der Columbites-Fauna festhält, aber annimmt, daß dieselbe einerseits in das Mediterrangebiet der Tethys, andererseits in Idaho eingewandert sei. Eine direkte Verbindung zwischen Idaho und der Tethys läßt er außer Betracht (Am. Journ. of Geol. Vol. XX, 1912, p. 20).

[5] Vergl. A. v. Krafft and C. Diener: Lower triassic Cephalopoda from Spiti etc. Palaeont. Indica, ser. XV, Himal. Foss. Vol. VI, No. 1, 1909, p. 41.

wurde, schon in den Meekoceras beds vorhanden, aber sie beschränken sich — und das ist der wesentlichste Punkt für eine Entscheidung der hier diskutierten Frage — auf jene Formengruppen, die allein faunistische Beziehungen zwischen den Olenek Schichten und den skythischen Ablagerungen des Himamalayischen Reiches andeuten. Es ist wohl zu beachten, daß unter den angeblich borealen Arten der Columbites beds kein einziges der Olenek Fauna eigentümliches und dem Himamalayischen Reiche fremdes Element sich befindet.

Ein faunistischer Gegensatz zwischen den Columbites beds und der himamalayischen Untertrias scheint mir demgemäß nicht zu bestehen. Ich glaube vielmehr, daß aus der Zusammensetzung der Fauna der Columbites beds trotz ihrer Dürftigkeit Beziehungen zum Mediterranen ebensowohl als zum Himamalayischen Reiche ersichtlich sind. Die Verbindung, deren Eröffnung den Vorstoß der mediterranen Fauna in den Tirolites beds ermöglichte, ist auch weiterhin offen geblieben, aber zugleich hat der für eine kurze Zeit unterbrochene Faunenaustausch mit dem Himamalayischen Reich neuerdings eingesetzt. Dabei kann das Auftreten von solchen Typen, die von dem letzteren auch in das Boreale Reich eingewandert sind, selbstverständlich nicht befremden.

Die Dreigliederung der skythischen Stufe in die Meekoceras beds, Tirolites beds und Columbites beds läßt sich nur in dem Profil des Paris Canyon im südöstlichen Idaho durchführen. An dem zweiten Fundort untertriadischer Fossilien im nordamerikanischen Westen, White Pine County im östlichen Nevada, und an dem dritten, in Inyo County im südöstlichen Californien — mehr als 800 *km* von dem ersten entfernt — sind nur die Meekoceras beds in fossilführender Ausbildung aufgeschlossen. Ihre Fauna stimmt ungeachtet der bedeutenden horizontalen Entfernung fast genau mit jener in Idaho überein. Von dem 5 *m* mächtigen grauen Kalkstein mit *Meekoceras gracilitatis* Wh. muß man durch eine 260 *m* mächtige Masse dunkler, versteinerungsleerer Schiefer aufwärtssteigen, ehe man den nächsten fossilreichen Horizont, einen schwarzen, erdigen Kalkstein von 2 *m* Mächtigkeit, erreicht. Die Fauna dieses Kalksteins, der Parapopanoceras beds, ist wesentlich verschieden von jener der Tirolites und Columbites beds. J. P. Smith zählt aus demselben die folgenden Ammonitenspezies auf:

Tirolites pacificus.
Keyserlingites (?) sp. ind.
Acrochordiceras nov. sp. ind.
Hungarites Yatesi.
Ptychites nov. sp.
Parapopanoceras Haugi.
Xenodiscus Bittneri.
» nov. sp.

Die Vergesellschaftung von *Acrochordiceras* und *Ptychites* wird von Smith mit Recht höher bewertet als die Superstitenformen von *Xenodiscus* und die Fauna von ihm demgemäß über das Skythikum in die tiefste Abteilung der anisischen Stufe gestellt. Ein zweifellos boreales Element wird in ihr durch *Parapopanoceras Haugi* repräsentiert, wenngleich eine spezifische Übereinstimmung weder mit den anisischen Arten von Spitzbergen noch aus den Magyl Schichten Nordostsibiriens besteht. J. P. Smith erkennt außer diesen borealen Beziehungen in der Fauna der Parapopanoceras beds Californiens nur noch solche zum Mediterrangebiet, dagegen keine mit der indischen Triasregion.[1]

Bestimmte Anhaltspunkte für eine Entscheidung dieser Frage werden erst aus der Bearbeitung der neuen, noch unbeschriebenen Arten gewonnen werden können. *Hungarites Yatesi* zeigt ebenso große Ähnlichkeit mit indischen als mit mediterranen Typen dieses Genus. Bei *Keyserlingites* (?) sp. ind. könnte es sich eventuell auch um *Durgaites* Dien. handeln. *Tirolites pacificus* scheint mir von den Tiroliten der

[1] J. P. Smith: The stratigraphy of the Western American Trias. l. c., 1907, p. 402.

alpinen Campiler Schichten erheblich abzuweichen. Ich halte es keineswegs für ausgeschlossen, daß er zu der indischen Gruppe des *Xenodiscus nivalis* Dien., beziehungsweise zu *Paratirolites* Stoyanow gehört.

Diese Überlegungen zeigen uns, daß das Bild der *Parapopanoceras*-Fauna Californiens noch wesentlicher Ergänzungen bedarf, ehe über deren Beziehungen zu den Faunen des Himamalayischen und des Mediterranen Reiches ein zutreffendes Urteil möglich sein wird. Fest steht vorläufig nur eine offene Verbindung mit dem Borealen Reich an der Grenze der skythischen und anisischen Epoche, die durch das Vorkommen der Gattung *Parapopanoceras* Haug in Spitzbergen, Sibirien und Californien gekennzeichnet wird.

Sicheren Boden betreten wir erst wieder in der oberen Abteilung der anisischen Stufe. Doch finden wir die fossilreichen Bildungen des nordwestlichen Amerika, die dem *Trinodosus*-Niveau entsprechen, nicht mehr in den Profilen von Inyo County, die mit einer Lavadecke über den Parapopanoceras beds abschneiden, sondern in der West Humboldt Range in Nevada. Hier haben die Schichten mit *Daonella dubia* Gabb — eine ungefähr 15 *m* mächtige Gruppe von grauen, schieferigen Kalken innerhalb eines lithologisch gleichartigen, fossilleeren Schichtkomplexes von 250 *m* Mächtigkeit — an drei Stellen (Buena Vista Canyon, Cottonwood Canyon, Troy Canyon) eine reiche Fauna geliefert, die in ihrer Zusammensetzung die größte Ähnlichkeit mit jener des Muschelkalkes von Han Bulog in Bosnien aufweist, aber neben den weitaus überwiegenden anisischen auch eine Anzahl ladinischer Typen enthält. »Könnte man einen Paläontologen aus Österreich« — sagt J. P. Smith (l. c., p. 408) — »in die Humboldt Wüste versetzen, so würde ihm der Charakter der Fauna kaum zu entscheiden gestatten, ob er in Bosnien oder in Nevada aufsammelt.«

J. P. Smith zählt in seiner Faunenliste des Humboldtkalkes (l. c. p. 404) unter 50 Cephalopodenspezies sieben mit mediterranen direkt (darunter *Ceratites trinodosus*) oder fast identische und 14 sehr nahe verwandte Arten auf. Auf mediterrane Beziehungen weisen insbesondere die zahlreichen Ceratiten hin, ferner *Balatonites* und *Eutomoceras* Hyatt, das wahrscheinlich mit der Ceratitengruppe *Halilucites* Dien. aus dem bosnischen Muschelkalk identisch ist.

Dieses mediterrane Element ist in den Humboldtkalken von Formen begleitet, deren himamalayische, beziehungsweise boreale Herkunft nicht bezweifelt werden kann. Zu den ersteren zählen zwei Arten von *Hollandites*, die dem in der alpinen Region nicht vertretenen *H. Voiti* Opp. und *H. Hidimba* Dien. sehr nahe stehen, zu den letzteren die Gattung *Gymnotoceras* Hyatt, die im Muschelkalk von Spitzbergen häufig ist, im Himamalayischen Reich hingegen wahrscheinlich, im Mediterranen Reich bestimmt fehlt. Das mitteltriadische Becken von Nevada stand also nach verschiedenen Richtungen hin in freier Verbindung mit dem Atlantischen, Indopazifischen und selbst mit dem Arktischen Meeresgebiet, so daß ein teilweiser Faunenaustausch möglich war, wenngleich die stärkste Besiedelung unstreitig aus dem Mediterranen Reich von Osten her erfolgt sein muß.

Außer den bisher erwähnten Elementen enthält die Fauna der Humboldtkalke noch einen, wie es scheint, nicht übermäßig starken Anteil an Lokalformen. Das einzige spezifisch andine Genus ist die sehr seltene Gattung *Endiscoceras* Hyatt. Dahin gehören ferner einzelne Bivalven, obgleich die wichtigsten unter ihnen, wie *Daonella dubia* Gabb — nach E. v. Mojsisovics und Kittl nächst verwandt mit der spitzbergischen *D. Lindstroemi* Mojs., nach J. P. Smith möglicherweise identisch mit *D. paucicostata* Tornquist — und *Daonella* aff. *Taramellii* Mois., an außerandine Formen ihren entsprechenden Anschluß finden.

Durch große Häufigkeit ausgezeichnet sind in der Fauna der Humboldtkalke die Trachyceraten, die durch sieben Arten von *Anolcites* Mojs. und eine Art von *Protrachyceras* (*P. subasperum* Meek) repräsentiert werden. In ihrem Vorkommen spricht sich ein unverkennbarer ladinischer Einschlag in die sonst ein überwiegend anisisches Gepräge tragende Fauna der mittleren Trias von Nevada aus.

Das vollständigste Triasprofil des Andinen Reiches hat J. P. Smith in Shasta County im nördlichen Californien entdeckt. Es beginnt mit einer wahrscheinlich den Humboldtkalken homotaxen Ablagerung, Kieselschiefern und Konglomeraten, die am Pit River eine dürftige Faunula der mittleren Trias geliefert

haben. Auch der nächste fossilführende Horizont, die mindestens 200 *m* höher liegenden Schiefer mit *Protrachyceras Homfrayi* Gabb[1], ist in seiner stratigraphischen Stellung unsicher. Smith hält ihn für ladinisch. Das Vorkommen von Halobien aus der Gruppe der *H. rugosa* Guemb. läßt eher ein Äquivalent der karnischen Stufe vermuten.

Nun folgt eine durch ihren Fossilreichtum bemerkenswerte Bildung, der Hosselkus limestone, mit einer Gesamtmächtigkeit von 100 *m*. Seine tiefste Abteilung besteht aus Kalkschiefern mit *Halobia superba* Mojs., neben der aber schon Trachyceraten und Tropiten sich einstellen. In den darüber folgenden dunklen Schieferkalken von 20 *m* Mächtigkeit ist die Hauptmasse der oberkarnischen Cephalopoden konzentriert. Keine zweite andine Triasfauna zeigt eine so enge Verwandtschaft mit der oberkarnischen Fauna des Mediterranen Reiches. Dabei ist noch die Verschiedenheit der Fazies zu bedenken, da die californische Tropitenfauna in einem von den alpinen Hallstätter Kalken stark abweichenden Sediment liegt, die Hallstätter Entwicklung in der amerikanischen Trias überhaupt bis heute nicht bekannt ist.

Unter 44 Ammoniten verzeichnet die von J. P. Smith zusammengestellte Fossilliste dieser Trachyceras beds 14 mit mediterranen direkt und 5 fast identische Arten, die aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich sind.

Tropites subbullatus Hau.
» *fu obullatus* Mojs.
» *torquillus* Mojs.
» cf. *Morloti* Mojs.
» cf. *Aurelii* Mojs.
» cf. *Telleri* Mojs.
Paratropites Dittmari Mojs.
» *Sellai* Mojs.
Discotropites saudlingensis Hau.
» *Theron* Dittm.
» cf. *Laurae* Mojs.
Homerites semiglobosus Hau.
Trachysagenites erinaceus Dittm.
» *Herbichi* Mojs.
Juvavites subinterruptus Mojs.
Anatomites cf. *Bacchus* Mojs.
Torquistites obolinus Dittm.
Polycyclus Henseli Opp.
Metatirolites foliaceus Dittm.

Wohl sind acht dieser Arten auch im Himamalayischen Reich zu finden, aber außer diesen zeigen nur noch zwei — *Gonionotites* aff. *Gemmellaroi* Dien. und *Discophyllites* cf. *Ebneri* Mojs. — Beziehungen zum indischen Faunengebiet an. Unter ihnen aber befindet sich keine einem der Mediterranen Region fremden Genus angehörige Art, während in der obigen Tabelle in *Homerites* und *Metatirolites* zwei dem Himamalayischen Reich fremde Gattungen auffallen, denen als dritte noch *Hauerites* Mojs. (vertreten durch *H. Ashleyi* Hyatt et Smith) hinzugefügt werden kann.

Dieses Mißverhältnis des himamalayischen und mediterranen Einflusses in der Zusammensetzung der oberkarnischen Fauna der Trachyceras beds hat J. P. Smith veranlaßt, eine direkte Meeresverbindung zwischen Californien und dem Mediterrangebiet übe den Atlantischen Ozean anzunehmen, ohne ndessen eine ebensolche Verbindung mit der Tethys auf dem Wege über den Pazifischen Ozean in Abrede zu stellen.

---

[1] E. v. Mojsisovics (Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himaya, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, LXIII, 1896, p. 694) hält die Zugehörigkeit dieser Art zu *Anasirenites* Mojs. für möglich.

Die größte Übereinstimmung herrscht zwischen der Ammonitenfauna der californischen Trachyceras beds und jener der Zone des *Tropites subbullatus*. Die letztere Spezies und ihre nächsten Verwandten gehören ja überhaupt zu den horizontal am weitesten verbreiteten Ammonitenarten. Befremdend wirkt nur, wie das zuerst E. v. Mojsisovics (l. c., p. 694) betont hat, die Vergesellschaftung dieser Tropiten mit *Trachyceras*, das in den Alpen nicht über die Grenze der julischen und tuvalischen Unterstufe hinausgeht. J. P. Smith nimmt an, daß die ursprüngliche Entwicklung der *Tropites*-Fauna in Californien stattgefunden habe, daß diese Fauna von hier aus in das Mediterrangebiet eingewandert sei und dasselbe erst zur tuvalischen Zeit besiedelt habe, als *Trachyceras* daselbst bereits erloschen war. Ebenso sei auch die Einwanderung in den Himalaya von Californien her erfolgt. Ein gewichtiges Argument zu Gunsten einer autochthonen Entwicklung der Tropiten im Andinen Reich erblickt er in der Entdeckung mutmaßlicher Vorfahren von *Tropites* in der Mitteltrias von Nevada. Dagegen ist allerdings zu bemerken, daß G. v. Arthaber seither aus der untertriadischen Fauna von Kčira in Albanien gleichfalls einen sehr auffallenden Vorläufer von *Tropites* in *Protropites Hilmi* beschrieben hat.

Als eigenartige Typen der Trachyceras beds sind hervorzuheben: Die vier Subgenera der Gattung *Clionites* Mojs.: *Traskites*, *Neanites*, *Stantonites* und *Shastites*, das an *Tirolites* sich anschließende Genus *Californites*, das vielleicht eine Stammform von *Clionites* darstellt, ferner die Zwergformen: *Leconteia*, *Dieneria*, *Paraganides* und *Tardeceras*.

Die stratigraphische Stellung der oberen, zirka 50 *m* mächtigen, aus Kieselkalken bestehenden Abteilung des Hosselkus limestone scheint weniger gesichert zu sein. J. P. Smith bezeichnet die Fauna der unmittelbar über den Trachyceras beds folgenden Juvavites beds als charakterisiert durch das Überwiegen von *Juvavites*, *Arcestes* und *Atractites*, durch die Seltenheit der Gattung *Tropites* und das Fehlen von *Trachyceras*. In der seiner Arbeit »Comparative stratigraphy of the Western American Trias« aus dem Jahre 1904 beigefügten Tabelle (p. 360) stellt er sie bereits in die norische Stufe, während sie in seiner Arbeit »The stratigraphy of the Western American Trias« aus dem Jahre 1907 (p. 410) noch bei der karnischen Stufe belassen worden sind. Das jüngste Glied des Hosselkus limestone, die Spiriferina beds, die keine Cephalopoden geliefert zu haben scheinen, werden von ihm der norischen Stufe zugewiesen.

Eine ausreichende Begründung der Zuweisung der höheren Glieder des Hosselkus limestone zur norischen Stufe ist später in der Korallenfauna derselben gefunden worden. In der Umgebung des Pit river in Shasta County ist der oberen Abteilung des Hosselkus limestone ein Korallenkalk eingeschaltet, der acht Korallenspezies geliefert hat, die solchen aus den norischen Zlambach Schichten des Salzkammergutes außerordentlich nahe stehen, nämlich:

Isastraea profunda Reuss.
» cf. *encystis* Frech.
Phyllocoenia cf. *decussata* Reuss.
Stylophyllopsis cf. *Mojsvari* Frech.
Thecosmilia cf. *fenestrata* Reuss.
Stephanocoenia cf. *juvavica* Frech.
Thamnastraea cf. *rectilamellosa* Winkl.
Spongiomorpha cf. *ramosa* Frech.[1]

Die Korallenfauna des obersten Hosselkus Kalksteins zeigt also echt alpinen Charakter, ebenso jene des über den karnischen Halobienschiefern lagernden, gleichalterigen Kalksteins am Eagle river im nordöstlichen Oregon mit:

[1] Es ist beachtenswert, daß unter den Zlambach-Spezies des hohen Nordens keine einzige jener Formen vertreten ist, die P. Vinassa de Regny in der Obertrias von Timor gefunden hat, während in Oregon und Nevada drei nicht nur mit der alpinen, sondern auch mit der timoresischen Trias gemeinsame Arten (*Thecosmilia norica* Frech, *Montlivaultia norica* Frech, *M.* cf. *marmorea* Frech) vorkommen. Vergl. diese Abhandl. p. 17.

Thecosmilia norica Frech.
Spongiomorpha cf. *acyclica* Frech.
Montlivaultia norica Frech.
Heterastridium conglobatum Reuss.

und von einer dritten Lokalität in Nevada (Dunlop Canyon bei Esmeralda City) mit:

Astrocoenia cf. *Waltheri* Frech.
Montlivaultia cf. *marmorea* Frech.

Diese weitgehende Übereinstimmung der norischen Korallenfaunen des Mediterranen und Andinen Reiches zeigt in unwiderleglicher Weise, daß die Wanderung der alpinen Typen in das andine Meer nur auf dem Wege über den Atlantischen Ozean erfolgt sein kann. In dem ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit ist bereits darauf hingewiesen worden, daß diese Korallenfauna auch in den hohen Norden bis zum 60. Grad bei Cook's Inlet in Alaska sich erstreckt.

Die norische Stufe ist — von der gelegentlich in der Fazies eines Korallenkalkes ausgebildeten obersten Abteilung des Hosselkus limestone abgesehen — im nördlichen Californien, in Oregon und Nevada vor allem durch Kalkschiefer von 200 bis 250 *m* Mächtigkeit (Hyatt's Swearinger slates) vertreten, die als wichtigstes Leitfossil die für die ganze ostpazifische Trias charakteristische *Pseudomonotis subcircularis* Gabb — die häufigste Varietät der *Ps. ochotica* Keyserl. — führen. An Cephalopoden sind die *Pseudomonotis*-Schichten der westlichen Staaten von Nordamerika arm. Hyatt und Smith nennen aus denselben nur vier, durchwegs autochthone Arten, nämlich:

Rhabdoceras Russelii.
Arcestes Andersoni.
Placites Humboldtensis.
Halorites americanus.

Unter diesen scheint nur eine, *Placites humboldtensis*, einer himamalayischen Form (*Pl. Sakuntala* Mojs.) sehr nahe zu stehen.

Die rhätische Stufe ist nirgends in mariner Ausbildung bekannt. In den Triasprofilen bei Taylorville (Plumas County, Californien) endet die marine Trias über den *Pseudomonotis*-Schiefern mit den Foreman beds, einer aus Schiefern und Konglomeraten bestehenden Schichtgruppe, die nach den Untersuchungen von W. M. Fontaine rhätische Pflanzenreste enthält. In Nevada liegen die Arietenbänke des Unterlias diskordant auf den norischen *Pseudomonotis*-Schiefern. Es entspricht mithin die rhätische Periode hier einer ausgesprochenen Regression des mesozoischen Meeres.

Marine Trias unbestimmten Alters wird von W. C. Mendenhall[1] aus den Santa Ana Mountains in der Küstenkette Südcaliforniens (SE von Los Angeles) auf Grund der Bestimmung von drei angeblich triadischen Brachiopoden-Spezies durch Stanton zitiert.

In Mexiko kennen wir leider nur sehr dürftige Spuren einer marinen Triastransgression aus der karnischen Epoche. K. Burckhardt[2] hat bei Zacatecas in Schiefern und Sandsteinen, die mit Diabastuffen wechsellagern und von solchen überdeckt werden, Bivalven und Ammoniten entdeckt, die trotz ihrer ungünstigen Erhaltung die Diagnose eines karnischen Alters gestatten. Am häufigsten sind Ctenodonten und Aviculiden, die letzteren zum Teil von paläozoischem Gepräge. Frech[3] verzeichnet unter ihnen nur

[1] Bailey Willis: Index to the stratigraphy of North America. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. 71, Washington, 1912, p. 505.

[2] C. Burckhardt: La faune marine du Trias supérieur de Zacatecas. Bol. d. Instituto geol. de Mexico, No. 21, 1905.

[3] F. Frech: Über Aviculiden von paläozoischem Habitus aus der Trias von Zacatecas. Compte-rendu Congrès géol. intern. Mexico, 1907, p. 327.

eine mediterrane Spezies, *Avicula Hofmanni* Bittn.[1] Der ausgeprägte Lokalcharakter dieser Bivalvenfauna ist in die Augen springend. Die wenigen Ammoniten (*Anatomites Mojsvari* Burckh., *Sirenites Smithi* Burckh.) sind ebenfalls spezifisch mexikanische Typen.

Südlich vom Isthmus von Tehuantepec trifft man in Zentralamerika (Chiapas, Honduras) nur die terrestrisch-limnische Entwicklung der Triasformation. Die Verbindung des californischen Triasmeeres mit jenem von Columbia und Peru kann also ebensowohl im Bereiche des heutigen Pazifischen Ozeans als über die Antillen und das Karaibische Meer stattgefunden haben.

In Südamerika ist die marine Trias vorwiegend durch die norische Stufe in der Fazies der *Pseudomonotis*-Schichten repräsentiert. E. v. Mojsisovics[2] erwähnt schon 1886 solche nach Funden von Lindig aus Chaparal in Columbien. Etwas reicher ist die Fauna, die G. Steinmann an verschiedenen Orten in Peru gesammelt hat, die aber bisher nur ganz kurz beschrieben worden ist.[3]

Die peruanischen Fundorte verteilen sich auf eine Erstreckung von mehr als 6 Breitengraden und reichen südwärts bis über den 12. Breitengrad hinaus. Die Fossilien liegen zumeist in dunklen Kalken und sind verkieselt. Herr Geheimrat Steinmann hat die Liebenswürdigkeit gehabt, mir bei einem Besuche des geologischen Institutes der Universität Bonn im April 1914 sein Material zur Besichtigung vorzulegen. Es enthält seinen eigenen Mitteilungen zufolge außer der bekannten *Pseudomonotis ochotica*, deren Identifizierung mit der borealen Muschel auf Teller zurückgeht, Myophorien aus der Verwandtschaft der *Myophoria inaequicostata* neben Zweischalern mit einem unverkennbaren Trigonienschloß und gerieften Zähnen, ferner eine Anzahl von Ammoniten, die fast ausnahmslos sehr klein und infolgedessen schwer bestimmbar sind, unter ihnen *Sageniten, Arcestes, Placites, Monophyllites, Helictites, Metasibirites, Californites.* Die einzige besser charakterisierte Art scheint ein *Rhabdoceras* aus der Verwandtschaft des *Rh. Suessi* Hau. zu sein. Die Ammoniten finden sich zusammen mit *Pseudomonotis ochotica* in demselben Lager, nicht aber die Myophorien, die insbesondere den Trigonienkalk des Minendistriktes Cerro de Pasco charakterisieren. Steinmann meint, daß ihnen eventuell auch ein höheres, vielleicht karnisches Alter zukommen könnte.

Zwischen den fossilreichen, kalkig ausgebildeten Unterlias und die Kalke mit *Pseudomonotis ochotica* schalten sich in den Profilen im Utcubambatal fossilleere Sandsteine von wahrscheinlich terrestrischer Herkunft ein, so daß auch in Peru, wie in Californien, die rhätische Epoche einer Regression des Meeres entsprechen dürfte.

Zu Vergleichen mit den obertriadischen Faunen Californiens und Nevadas liefern die Ammoniten und Bivalven aus Peru und Mexiko vorläufig keine genügenden Anhaltspunkte. Die Frage einer völligen Verschmelzung der mittel- und südamerikanischen mit der californischen Obertrias muß bis auf weiteres noch offen bleiben. Wahrscheinlich bestehen so erhebliche Verschiedenheiten in der Entwicklung, daß man denselben durch die Aufstellung einer besonderen Californischen, Peruanischen und vielleicht auch Mexikanischen Provinz im Rahmen eines einheitlichen Andinen Reiches am besten gerecht werden dürfte.

Dieses Andine Reich der Triasperiode, der Vorläufer des Südandinen Reiches im Oberjura, besitzt eine mit dem Himamalayischen, Mediterrannen und selbst mit dem Borealen Reich durch eine nicht geringe Anzahl gemeinsamer Typen verbundene, aber doch im großen Ganzen so eigenartige Fauna, daß es als ein besonderes marines Reich aufgefaßt werden darf.

Als solche dem Andinen Reich eigentümliche Typen sind zunächst die folgenden Gattungen und Untergattungen von Ammoniten anzusehen:

Aspenites (Skythisch).
Cordillerites (Skythisch).

---

[1] Die Identifizierung einer mexikanischen *Halobia* mit *H. austriaca* Mojs. wird von Kittl (Materialien zu einer Monographie d. *Halobiidae* etc., l. c., p. 103) abgelehnt. Keinesfalls handelt es sich um *H. styriaca*, wie G. v. Arthaber (Lethaea mes. 1,3, p. 454, Anm. 4) und J. Wanner (Neues Jahrb. f. Miner., Beil. Bd. XXIV, 1907, p. 197) angeben.

[2] E. v. Mojsisovics, Arktische Triasfaunen, l. c. p. 151.

[3] G. Steinmann: Über marine Trias in Peru. Centralbl. f. Miner. etc., 1909. p. 616.

Lanceolites (Skythisch).
Owenites (Skythisch).
Paralecanites (Skythisch, aber auch in den permischen Bellerophonkalken des Mediterrangebietes verbreitet).
Endiscoceras (Mesotrias).
Californites (Karnisch).
Neanites (Karnisch).
Traskites (Karnisch).
Shastites (Karnisch).
Stantonites (Karnisch).
Dieneria (Karnisch).
Leconteia (Karnisch).
Paraganides (Karnisch).
Tardeceras (Karnisch).
Gymnotropites (Karnisch).

Nur mit dem Borealen Reich gemeinsam sind die beiden Gattungen *Parapopanoceras* Haug und *Gymnotoceras* Hyatt.

Nur mit dem Mediterranen Reich gemeinsam sind die folgenden Ammonitengattungen:

Paranannites Hyatt et Smith (Skythisch).
Balatonites Mojs. (Mesotrias).
Longobardites Mojs. (Mesotrias).
Homerites Mojs. (Karnisch).
Metatirolites Mojs. (Karnisch).
Hauerites Mojs. (Neotrias).

Nur mit dem Himamalayischen Reich gemeinsam sind:

Aspidites Waag. (Skythisch).
Clypites Waag. (Skythisch).
Flemingites Waag. (Skythisch).
Inyoites Hyatt et Smith (Skythisch).
Ussuria Dien. (Skythisch).

Dagegen beträgt die Zahl der mit den beiden letzteren Reichen gemeinsamen Gattungen und Untergattungen von Ammoniten 46. Es sind dies mit Ausschluß der in der Einleitung aufgezählten 15 kosmopolitischen Ammonitengenera die nachstehenden:

Acrochordiceras Hyatt (Anisisch).
Stenarcestes Mojs. (Neotrias).
Arpadites Mojs. (Ladinisch, Karnisch).
Cellites Mojs. (Skythisch-Norisch).
Ceratites Haan (Mesotrias).
Hollandites Dien. (Skythisch, Mesotrias).
Eutomoceras Hyatt = ? *Halilucites* Dien. (Mesotrias).
Cuccoceras Dien. (Anisisch).
Danubites Mojs. (Skythisch, Anisisch).
Discotropites Hyatt et Smith (Karnisch).
Halorites Mojs. (Norisch).
Helictites Mojs. (Norisch).
Japonites[1] Mojs. (Skythisch, Anisisch).
Joannites Mojs. (Anisisch-Karnisch).
Juvavites Mojs. (Neotrias).
Nannites Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Ophiceras Griesb. (Skythisch).

[1] Zu *Japonites* gehört *Sibyllites Louderbacki* Hyatt et Smith aus der mittleren Trias von Nevada.

Proavites Arth. (Skythisch).
Proptychites Waag. (Skythisch).
Pseudosageceras Dien. (Skythisch).
Rhabdoceras Hau. (Norisch).
Sageceras Mojs. (Skythisch-Karnisch).
Trachysagenites Mojs. (Karnisch).
Sandlingites Mojs. (Neotrias).
Metasibirites Mojs. (Neotrias).
Sirenites Mojs. (Neotrias).
Tirolites Mojs. (Skythisch).
Tornquistites Hyatt et Smith (Karnisch).
Tropites Mojs. (Neotrias).
Paratropites Mojs. (Karnisch).
Tropiceltites Mojs. (Karnisch).

Ein auffallendes negatives Merkmal des Andinen Reiches ist das Fehlen der in den übrigen marinen Reichen der Trias weit verbreiteten Familie der *Cladiscitidae*. Von wichtigen Ammonitengattungen des Mediterranen und Himamalayischen Reiches scheinen die Gattungen *Pinacoceras, Sturia, Didymites, Lobites, Margarites, Distichites, Cyrtopleurites* im Andinen Reich nicht vertreten zu sein. Die Nautiloidea sind nur durch *Proclydonautilus, Cosmonautilus, Mojsvaroceras* und *Orthoceras*, die Dibranchiata nur durch *Atractites* repräsentiert, so daß in diesen beiden Ordnungen das Andine Reich — insbesondere durch das Fehlen der *Pleuronautilidae* — hinter den beiden eben genannten an Formenreichtum erheblich zurücksteht.

Sehr ungenügend bekannt sind die triadische Gastropoden- und Brachiopodenfauna des Andinen Reiches. Die Pelecypodenfauna scheint eine nicht unbeträchtliche Anzahl eigenartiger Elemente zu enthalten, darunter manche von altertümlichem Anstrich, wie in der rhätischen Fauna der Napeng beds von Burma, zum Beispiel *Palaconcilo* und *Burckhardtia* Frech in den karnischen Schichten von Zacatecas. Dagegen stimmt die norische Korallenfauna mit der mediterranen nahezu vollständig überein.

Ein wichtiges, sehr eigenartiges Faunenelement der Californischen Provinz des Andinen Reiches sind endlich die hier mannigfaltig differenzierten Ichthyosaurier [1] und die bisher gänzlich isoliert stehende Reptilgruppe der *Thalattosauria*. Die ersteren sind in der mittleren Trias von Nevada durch die beiden Gattungen *Phalarodon* Merr. und *Cymbospondylus* Leidy, in der oberen Trias Californiens durch die vier Genera *Shastasaurus* Merr., *Toretocnemus* Merr., *Merriamia* Boul. und *Delphinosaurus* Merr. vertreten. [2] Die *Thalattosauria*, die Merriam [3] als einen an das Meeresleben angepaßten, aus den permischen Proterosauriden hervorgegangenen Formenkreis betrachtet, besitzen in *Thalattosaurus* und *Nectosaurus* zwei Repräsentanten, die als die einzigen Meerestiere unter den Diaptosauriern eine ganz isolierte Stellung innerhalb der Klasse der Reptilien einnehmen.

---

[1] J. C. Merriam: Triassic Ichthyopterygia from California and Nevada. Univers. of California Publications. Bull. Dep. of Geology, Vol. III, No. 4, Berkeley 1902, p. 63—108. Triassic Ichthyopterygia, with special reference to the American forms. Memoirs Univers. of California, Vol. I, No. 1, Berkeley, 1908.

[2] Die Identifizierung einiger Ichthyosaurierreste aus dem Muschelkalk Spitzbergens mit *Cymbospondylus* (Merriam) und *Shastasaurus* (Jakowlew) wird von C. Wiman (Ichthyosaurier aus der Trias Spitzbergens, Bull. Geol. Inst. Univers. Upsala, X, 1910, p. 124—148) abgelehnt.

[3] J. C. Merriam: The Thalattosauria, a group of marine Reptiles from the Triassic of California. Memoirs Californ. Acad. Sci. Vol. V, No. 1, 1905.

V. Die Meere und Kontinente der Triasperiode.

Schwierigkeiten paläogeographischer Rekonstruktionsversuche. — Wegener's Erklärung der Großformen der Erdoberfläche. — Das Arktische Meer. — Der mittelmeerische Gürtel der Tethys. — Das Pazifische Randmeer. — Die Californische See als Dependenz desselben. — Der Poseidon. — Erweiterung desselben zum Atlantischen Ozean. — Obertriadische Landverbindung zwischen Laurentia und Eurasia. — Verbindung des Atlantischen Ozeans mit der Tethys und der Californischen See. — Abwesenheit der Anzeichen einer landfesten Verbindung Südafrikas mit Südamerika. — Der Indische Ozean. — Hinfälligkeit der Annahme eines einheitlichen triadischen Kontinents der Südhemisphäre. — Der Indische Ozean als Entwicklungszentrum kryptogener Cephalopodenfaunen der Obertrias.

Die Schwierigkeiten einer exakten Rekonstruktion der Grenzen vorweltlicher Länder und Meere hat M. Neumayr treffender als irgend einer seiner Vorgänger dargelegt. Ihm verdanken wir die Einsicht, daß die Verbreitung der Sedimente einer Formation keineswegs gleichbedeutend ist mit der Verteilung von Festland und Meer.

Die Grundzüge des paläogeographischen Rekonstruktionsverfahrens haben seither A. de Lapparent, Haug, Frech, Arldt, Kossmat u. a., insbesondere aber die amerikanischen Forscher B. Willis und C. Schuchert weiter ausgebaut. Die einer befriedigenden Lösung paläogeographischer Fragen entgegenstehenden Hindernisse sind ebenfalls wiederholt, zuletzt vielleicht am besten von E. Dacqué [1] und Th. Arldt, [2] hervorgehoben worden. Sie liegen teils in der Lückenhaftigkeit des geologischen Tatsachenmaterials, teils sind sie prinzipieller Natur.

An vielen Stellen sind die alten Strandlinien durch die nachfolgende Denudation oder durch tektonische Bewegungen auf dem Festlande unseren Blicken entzogen. Für immer bleiben sie uns überall dort unbekannt, wo ein ehemaliger Kontinent unter den Meeresspiegel versunken ist. Unsere Aufgabe muß sich also zunächst auf eine Ermittlung der Ausbreitung der Epikontinentalmeere und ihrer biologischen Verhältnisse beschränken. Hier werden wir im Sinne Haug's die Geosynklinalen als Gebiete dauernder Meeresbedeckung von den neritischen Regionen gelegentlicher Transgressionen und Ingressionen zu scheiden und die wechselnden Faziesverhältnisse derselben gebührend zu berücksichtigen versuchen müssen. Auf diesem Wege werden sich für die einzelnen Hauptabschnitte der Triasperiode Mittelwerte der Verteilung von Land und Meer im Bereiche der heutigen Festlandsoberfläche feststellen lassen, die wohl niemals ein getreues Abbild der tatsächlichen Verhältnisse, aber doch immerhin mehr bedeuten werden als — um ein Wort Koken's zu wiederholen — den graphischen Ausdruck des Gedankenkreises eines Autors.

Der Versuch einer solchen paläogeographischen Rekonstruktion der Meere und Festländer der Triasperiode erfordert zunächst eine prinzipielle Stellungnahme zu Wegener's Erklärung der Großformen der Erdoberfläche. Wegener [3] geht von der Ansicht aus, daß den aus salischen Gesteinen bestehenden Kontinentalblöcken eine gewisse freie Beweglichkeit zukomme. Er glaubt daher die bisher herrschenden Hypothesen einer Entstehung gewisser Meeresbecken infolge von jüngeren Einbrüchen und infolge des Versinkens von alten Landverbindungen durch ein Abspalten und Abtreiben der auf ihrem Untergrunde,

---

[1] E. Dacqué: Paläogeographische Karten und die gegen sie zu erhebenden Einwände. Geol. Rundschau, IV, 1913. p. 186—206.

[2] Th. Arldt: Zur Geschichte der paläogeographischen Rekonstruktion. Hettner's Geograph. Zeitschr. XX, 1914, p. 197.

[3] A. Wegener: Die Entstehung der Kontinente. Geol. Rundschau, III, 1912, p. 276—292. — Petermann's Geograph. Mitteil. Gotha, 1912, p. 185—195, 253—256, 306—309.

schwimmenden salischen Kontinentalschollen ersetzen zu können. Es ist selbstverständlich, daß unter einer solchen Voraussetzung jeder Versuch einer Rekonstruktion der paläogeographischen Verhältnisse einer älteren Epoche seine Berechtigung verliert.

Nach Wegener's Ansicht entstand der Atlantische Ozean durch eine Abspaltung der amerikanischen Kontinentalscholle von Europa-Afrika; Vorderindien und Australien — zwei Hauptelemente des ehemaligen Gondwanalandes — wurden erst in posttriadischer Zeit vom afrikanischen Block losgetrennt und nach Norden, beziehungsweise Osten in ihre gegenwärtige Position verschoben. Andes und Himalaya werden von Wegener als der zusammengeschobene und gefaltete Küstenschelf dieser Kontinentalschollen gedeutet.

Gegen Wegener's Hypothese der Abspaltung des Gondwanalandes vom afrikanischen Block erhebt sich sofort der schwerwiegende Einwand, daß in der Zone mariner Sedimente zwischen Gondwanaland und Eurasia keine Grenze zwischen den Küstenschelfen beider Kontinentalgebiete auffindbar ist, daß die Sedimente am Nordrand der Tethys und mehr als 40° Breitengrade von diesem entfernt an der Küste des ehemaligen Gondwanalandes vollkommen gleichartig waren und auch während der ganzen Zeit keine Veränderung erfuhren, innerhalb deren Gondwanaland, von Südafrika abgetrennt, durch den Indischen Ozean in seine heutige Stellung wanderte. Auch die eigentümliche Lage des rings von gleichartigen Meeressedimenten umgebenen Massivs von Cambodscha zur vorderindischen Scholle paßt schlecht zu Wegener's Hypothese. Die Einwanderung großer Landwirbeltiere, wie *Megalosaurus* und *Titanosaurus* nach Indien und Madagaskar zu einer Zeit, als die Straße von Mozambique bereits offen gewesen sein muß, erscheint nur über die den Zusammenhang der Tethys gelegentlich unterbrechenden Landbrücken und unter der Voraussetzung möglich, daß Madagaskar noch mit Vorderindien in Verbindung stand. Vorderindien muß also schon im Oberjura, lange vor der Hauptfaltung des Himalaya seine heutige Position innegehabt haben, wie ja auch aus den engen Beziehungen der den indischen Siwalikfaunen vorausgehenden Tertiärfaunen der Manchhar und Bugti Schichten zu solchen Eurasiens zur Genüge hervorgeht.

Schwierigkeiten ähnlicher Art ergeben sich auch für die Annahme einer Entstehung des Atlantischen Ozeans, die im Sinne Wegener's einer Abspaltung infolge des fast allseitigen Drängens der Kontinente gegen den Pazifischen Ozean entsprechen soll. An den Küsten des letzteren herrschen allenthalben Druck und Zusammenschub, an jenen des ersteren Zug und Abspaltung, deren Anzeichen sich zuerst in der Triasperiode in Südafrika geltend gemacht haben sollen.

Argumente für die Existenz eines Laurentia von Eurasia trennenden Meeres — wenn auch nicht im Umfange des heutigen Atlantik — in triadischer und vortriadischer Zeit werden in diesem Abschnitt bei der Besprechung des »Poseidon« mitgeteilt werden. Hier mag ein anderer gewichtiger Einwand gegen Wegener's Hypothese Platz finden, der sich aus der zirkumpazifischen Verbreitung der obertriadischen *Pseudomonotis*-Fauna ergibt.

Jede Annahme einer Annäherung Nordmerikas an Europa fordert als Kompensation eine Erweiterung des Nordamerika von Ostasien trennenden Meeresgebietes. Hat der eurasiatische Kontinentalblock den amerikanischen im Westen des heutigen Irland berührt — mit anderen Worten: lag die Ostgrenze des letzteren während der Triasperiode nicht in der geographischen Länge der Neufundlandbänke, vielmehr unter dem 13. statt unter dem 48. Grad W. L. von Greenwich — dann muß das Westende des nordamerikanischen Kontinentalblockes entsprechend weiter von dem Ostende des asiatischen entfernt gewesen sein. Der Annahme eines breiten, tiefen Meeres, dessen Tiefe bis zur unteren Grenze der salischen Kontinentalschollen hinabreichen mußte, zwischen Alaska und Ostasien widerspricht jedoch der Charakter und die Verbreitung der obertriadischen *Pseudomonotis*-Fauna in der entschiedensten Weise. Diese Fauna kennzeichnet allenthalben ein Flachseegebiet. Die Beschaffenheit der Sedimente und der Reichtum an eingeschwemmten Landpflanzen weist auf eine geringe Entfernung der Küste hin. Der zirkumpazifische Festlandskranz der karnischen und norischen Epoche kann unmöglich im Gebiete des Behringsmeeres durch eine 35 Längengrade messende Lücke in zwei Hälften zerspalten gewesen sein. Die zirkum-

pazifische Geosynklinale, die auch den ganzen Jura hindurch andauerte, hat vielmehr einen äußeren, nur auf kurze Strecken unterbrochenen Festlandsgürtel zur notwendigen Voraussetzung.

Alle diese Erwägungen veranlassen mich, die Hypothese Wegener's bei meinen Rekonstruktionsversuchen nicht weiter zu berücksichtigen.

Innerhalb der festen Erdoberfläche der Gegenwart läßt sich für die Triasperiode eine Scheidung der Hauptlandkomplexe und der dauernd vom Meere bedeckten Geosynklinalregionen in befriedigender Weise durchführen. Den ersteren gehören an: Eine große Kontinentalmasse im Norden der Tethys, hervorgegangen aus der Verschmelzung von Fenoskandia und Angaraland infolge der Trockenlegung des permischen Flachseegebietes im östlichen Rußland, zwei der Tethys im Süden anliegende Landmassen, Indoafrika im Westen, Australien im Osten, ferner auf der westlichen Hemisphäre Laurentia, dem während der ganzen Triasperiode auch die zur Permzeit noch teilweise überflutete Geosynklinale des Mississippigebietes zufällt, und Brasilia, die weitaus größere Osthälfte des südamerikanischen Kontinents umfassend. Durch marine Sedimente gekennzeichnet, läßt sich die Anwesenheit folgender triadischer Meere feststellen: 1. Im hohen Norden das Arktische Meer. 2. Die Tethys als mittelmeerischer Gürtel von der Iberischen Halbinsel bis zum Malayischen Archipel. 3. Das Pazifische Randmeer. 4. Die Californische See Schuchert's,[1] eine Erweiterung des Pazifischen Randmeeres im westlichen Teile der Vereinigten Staaten von Oregon und Californien bis Nevada, Idaho und Wyoming. Dazu kommt als fünftes Meer der »Poseidon« Schuchert's,[2] ein Stück des heutigen Atlantischen Ozeans, das eine Verbindung zwischen der Californischen See und der Tethys herstellt. Obwohl wir Sedimente dieses Meeres nicht kennen, läßt sich seine Existenz doch mit einem sehr hohen Grade von Wahrscheinlichkeit aus den Beziehungen der Triasfaunen der Californischen See zu jenen der Tethys erschließen. Ebenso gesichert ist endlich der Bestand eines sechsten, des Indischen Ozeans, da wir von der Permanenz jenes großen Weltmeeres in der Triaszeit überzeugt sein dürfen, das während der Zeit des Oberperm die West- und Südküste Australiens bespülte.

Die einzelnen geographischen Objekte: Meere und Festländer der Triasperiode, sollen nunmehr kurz besprochen und charakterisiert werden.

I. Das Arktische Meer.

Das Auftreten von marinen Triasablagerungen mit einer borealen Fauna ist in dem ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit eingehend erörtert worden. Die boreale Fauna reicht an dem amerikanischen Ufer des Pazifischen Randmeeres bis nach Britisch Columbia im Süden hinab. Mit dem Pazifischen Randmeer muß also eine offene Verbindung bestanden haben. Die Position der Verbindungsstelle ist für die Zeit der karnischen und norischen Stufe genau festgelegt durch die Verbreitung der Triasschiefer mit *Halobia Zitteli* und *Pseudomonotis ochotica*, die von der Küste des Ochotskischen Meeres durch das ganze Quellgebiet der Kolyma und Indigirka bis Werchojanssk reichen. Ed. Suess gibt auf Grund einer Zusammenstellung der Berichte russischer Forscher (Tschersski, Maydell, Ermann, Bogdanowitsch) die Breite dieser triadischen Meeresverbindung im Gebiete der Osthalbinsel Asiens mit mindestens 400 *km* an.[3]

Das Arktische Meer hatte wohl, dem Einsetzen der karnischen Transgression entsprechend, zur Zeit der Obertrias seine größte Ausdehnung. Immerhin scheinen die sibirische Nordküste westlich von der Lenamündung, Nowaja Semlja, Franz Josephsland und Grönland von einer Meeresbedeckung während der ganzen Triasperiode frei geblieben zu sein. Die älteste mesozoische Transgression beginnt hier allenthalben im Lias, beziehungsweise im Oberjura. Mit voller Bestimmtheit können wir dies von Ostgrönland sagen, wo zu beiden Seiten des Horny Inlet, einer Bucht am Nordufer des Scoresby Sundes, unter dem marinen Oberjura terrestrische Sandsteine mit einer obertriadischen oder rhätischen Flora

[1] C. Schuchert: Palaeogeography of North America. Bull. Geol. Soc. America, XX, 1910, p. 427—606, insbesonders p. 452.

[2] C. Schuchert, l. c., p. 459.

[3] E. Suess: Das Antlitz der Erde. III/2, 1909, p. 383—389.

liegen.[1] Grönland war während der Triasperiode ein Stück der großen Kontinentalmasse von Laurentia. Das Arktische Meer bespülte seine nördliche und westliche Küste, indem es der letzteren entlang über Ellesmereland und den Sverdrup-Archipel sich nach Westen ausbreitete, ohne indessen die Küste von Prinz Patrick-Land und die Mündung des Mackenzie zu erreichen, wo ebenfalls eine jurassische Transgression als die erste innerhalb der mesozoischen Ära auf viel älteres Grundgebirge übergreift.

Anhaltspunkte für eine Verbindung mit dem Pazifischen Randmeer im Gebiet der Beringsstraße, wie sie Bailey Willis[2] in seiner Triaskarte von Nordamerika einzeichnet, bieten Kindle's und Collier's Funde von *Pseudomonotis subcircularis* in der Umgebung von Kap Thompson und Kap Lisburne. Wahrscheinlich erstreckte sich das Polarmeer in breiter Front über die ganze Tschuktschenhalbinsel bis in das gegenüberliegende Küstengebiet von Alaska. Dagegen ist eine zweite direkte Verbindung des Arktischen Meeres mit dem Pazifischen Randmeer in den Felsengebirgen von Britisch Columbia über das Flußgebiet des Mackenzie und oberen Yukon wenig wahrscheinlich. Schuchert zeichnet auf seiner Karte der obertriadischen (Hosselkus) Meere Nordamerikas eine solche neben jener durch die Beringsstraße ein, so daß beide Meeresstraßen eine Insel Yukonia umschließen.[3] Ich habe in der Literatur vergebens nach Angaben Umschau gehalten, die für eine derartige Rekonstruktion eine geeignete Grundlage liefern könnten. Zur Erklärung des borealen Einschlages in der Triasfauna von Britisch-Columbien reicht die breite Verbindung des Arktischen mit dem Pazifischen Randmeer quer über die ostasiatische Halbinsel hin. Yukonia dürfte zur Zeit der Obertrias eher den westlichsten Teil der großen Festlandsmasse von Laurentia gebildet haben.

Im Werchojanischen Bogen fehlen ältere Ablagerungen der marinen Trias als die karnische Stufe. Gleichwohl müssen wir annehmen, daß die Verbindung zwischen dem Arktischen und dem Pazifischen Randmeer auf diesem Wege bereits zur Zeit der skythischen und anisischen Epoche bestand. Die Beziehungen zwischen der Olenekfauna und der himamalayischen Fauna der Hedenstroemia beds (*Hedenstroemia Mojsisovicsi*, einzelne *Meekoceratidae*) erfordern diese Annahme für die skythische, Beziehungen der Magyl-Schichten im Janaland zum indischen Muschelkalk (*Beyrichites affinis*) und der spitzbergischen Daonellenschichten zur Mitteltrias Californiens und Nevadas (*Gymnotoceras*, *Parapopanoceras*) auch für die anisische Stufe. Allerdings ist jene Verbindung schwerlich solcher Art gewesen, daß sie einen ungehemmten Faunenaustausch ermöglicht hätte, da die faunistischen Beziehungen des Borealen sowohl zum Himamalayischen als zum Andinen Reich in der Unter- und Mitteltrias nur sehr lose waren.

Für die anisische Epoche kommt selbst für die am weitesten gegen Westen zu gelegene Triasregion von Spitzbergen eine andere Verbindung als jene durch die Werchojanische Meerstraße mit dem Pazifischen Randmeer mit Rücksicht auf das Vorkommen von *Parapopanoceras*, *Gymnotoceras* und *Ptychites* im spitzbergischen Muschelkalk nicht in Betracht. Keine einzige unter den anisischen Cephalopoden- oder Bivalvenarten Spitzbergens erheischt die Annahme einer Meeresverbindung mit dem Mediterranen Reich, sei es über den Poseidon, sei es durch das westliche Sibirien.

Nicht ganz so einfach stellt sich die Beantwortung dieser Frage für die skythische Epoche. Die Entwicklung der Untertrias auf der Axelinsel (Spitzbergen) stimmt vollständig überein mit der Werfener Entwicklung im Mediterrangebiet, die ihren östlichsten Vorposten bis in das Quellgebiet des Jenissei am Zusammenfluß der Teplaja und des Uss aussendet.[4]) Es ist nicht ausgeschlossen, daß jenes Meer, das

---

[1] E. Bay, in C. Ryder, Ostgrönlandsk. Exped. udf. 1891—92. Meddedels. om Grönland, XIX, 1886, p. 145—187.

Nathorst (Bidrag till Nordöstra Groenlands geologi, Förhandl. Geolog. Fören. Stockholm, XXXIII, No. 4, 1901, p. 277—280) teilt mit, daß die pflanzenführenden Schichten, deren Mächtigkeit auf 45 bis 55 *m* geschätzt wird, zahlreiche mit der rhätischen Flora von Schonen identische Arten enthalten. Auf eine marine Einschaltung innerhalb der rhätischen Stufe könnte jedoch Payer's Fund einer *Rhynchonella fissicostata* Suess an der Falschen Bai hinweisen.

[2] Bailey Willis: Palaeogeographic maps of North America. Amer. Journ. of Geology, Chicago, XVII, 1909, pl. 406.

[3] C. Schuchert, l. c., pl. 87.

[4] Allerdings fehlt in der alpinen Trias die Untergattung *Gyronites* Waag., die nach J. Böhm am Bellsund auf Spitzbergen vertreten ist.

während eines so langen Zeitraumes der Anthrakolithischen Periode das zentrale Gürtelmeer Eurasiens über Nowaja Semlja mit dem Arktischen Meer verband, selbst während der skythischen Epoche noch nicht vollständig trocken gelegt war. Ein schmaler Meeresarm am Ostabhang des Ural mag, ähnlich wie im Oberjura, an der Wende der Perm- und Triasperiode den Angarakontinent von Fenoskandia zeitweilig getrennt haben. Zur Zeit der anisischen Stufe war eine solche Meeresverbindung zwischen Russisch-Turkestan, beziehungsweise dem Gouvernement Jenisseissk, und dem Polarmeer durch die Obi-Niederung, wofern sie während der skythischen Epoche überhaupt bestanden haben sollte, jedenfalls erloschen.[1]

Das zentrale und nördliche Rußland westlich vom Ural war schon während der skythischen Zeit Festland. In den Gouvernements Kostroma, Wjatka und Wologda umfassen die limnischen Sandsteine und Mergel der Tatarischen Stufe Nikitin's das über dem marinen Zechstein folgende Perm und die Untertrias, ohne daß zwischen beiden Formationen eine Grenzführung möglich erscheint.

Die Möglichkeit einer skythischen Verbindung der Triasregion von Spitzbergen mit der mediterranen Tethys über den Poseidon wird später in den Ausführungen über die Existenz und Ausbreitung eines triadischen Poseidon erörtert werden.

Die Triasablagerungen des Arktischen Meeres tragen durchwegs den Charakter von Flachseebildungen. In den die karnische und norische Stufe repräsentierenden schieferigen und sandigen Sedimenten wird die große Nähe des Landes, vielleicht sogar eine ausgesprochene Meeresregression durch Einschaltung pflanzenführender Horizonte angedeutet. Einer starken negativen Verschiebung der Strandlinie entspricht die rhätische Epoche, aus der pflanzenführende Schichten in Spitzbergen und Grönland vorliegen. Ein anderes Merkmal der arktischen Obertrias ist die Verknüpfung mit Eruptivgesteinen. Ellesmereland, der Sverdrup Archipel, Spitzbergen und der Werchojanische Bogen müssen in dieser Epoche der Schauplatz wiederholter, sehr ausgebreiteter vulkanischer Ereignisse gewesen sein, die zur gleichen Zeit auch die Ostküste des Pazifischen Randmeeres betrafen.

II. Die Tethys.

Die Tethys folgt während der Triaszeit von den Säulen des Herkules bis zum Golf von Tonkin der Zone junger Faltengebirge an der Grenze Eurasiens gegen Indoafrika. Nur im Gebiet der Astrachanischen Steppe (Bogdoberg) und im Aralo-kaspischen Tiefland (Verbindung mit dem oberen Jenissei) erfuhr sie während der skythischen Epoche eine frühzeitige vorübergehende Erweiterung, vielleicht sogar eine Verlängerung bis zum Eismeer durch einen Meeresarm entlang der Ostseite des Ural. Die Schichtfolge im germanischen Triasbecken und auf der spanischen Meseta zeigt Randgebiete der Tethys an, die jedoch keineswegs außerhalb des Bereiches der großen Geosynklinale liegen, in der die marine Trias des zentralen Mittelmeeres zum Absatz gelangte.

Die Thetys beginnt im Westen mit zwei vorgelagerten Binnenmeeren, deren eines, das germanische, die Größe des Schwarzen Meeres, das andere, das iberisch-nordafrikanische, noch bedeutendere Dimensionen erreicht haben mag. Die Grenzen des Germanischen Binnenmeeres in den einzelnen Triasstufen sind kaum zu fixieren, weil ihr Verlauf von der Deutung des Buntsandsteins und gewisser Abteilungen des Keupers als marine, limnische oder terrestrische Sedimente abhängt. Nur über die marine Natur des Muschelkalkes besteht kein Zweifel. Ich werde mich daher in diesen Erörterungen zunächst auf den Muschelkalk beschränken.

---

[1] Man könnte an ein Wiederaufleben dieses Verbindungsstückes zwischen der Tethys und dem Arktischen Meer zur Zeit der Norischen Stufe denken, um das Vorkommen der *Pseudomonotis caucasica* im Kaukasus und in der Krym zu erklären. Ohne die Möglichkeit einer Einwanderung der dem Mediterrangebiet sonst fremden Gruppe der *Pseudomonotis ochotica* in die kaukasische Trias auf diesem Wege bestreiten zu wollen, möchte ich doch zu bedenken geben, daß *Pseudomonotis caucasica* auch unabhängig von den arktisch-pazifischen Typen sich aus älteren *Pseudomonotis*-Formen selbständig entwickelt haben könnte und daß der Mangel aller mediterranen Gäste in den norischen Schichten des Borealen Reiches nicht für eine solche Meeresverbindung spricht.

Von unseren heutigen Meeren können, wie schon C. v. Guembel betont hat, Nord- und Ostsee am ehesten mit dem deutschen Muschelkalkmeer verglichen werden. Doch war die Verbindung mit der Tethys bei weitem weniger ausgiebig als jene zwischen der Nordsee und dem offenen Weltmeer. Auch waren die Sedimente weniger sandig als kalkig-tonig. In bezug auf Größe und Form liegt nach G. Wagner's[1] Meinung ein Vergleich mit der Ostsee am nächsten. Die Entfernung Ardennen—Ries (300 *km*) ist nicht größer als jene von Südschweden bis Memel, der Entfernung Danzig—Happaranda entspricht im Muschelkalkmeer jene von Toulon bis Helgoland.

Die nördliche Grenze des Muschelkalkmeeres wird durch den Südrand der Ardennen — dies ist zugleich die einzige Stelle, wo man nach Philippi den Übergang in die nordwesteuropäische Kontinentalentwicklung Schritt für Schritt verfolgen kann — scharf bezeichnet. Die Punkte: Eifel, Lüneburg, Helgoland, Kiel, Rüdersdorf, Kottbus, Oels, Nordostrand des Polnischen Mittelgebirges markieren allerdings noch nicht die äußersten Grenzen seiner nördlichen und östlichen Ausbreitung, doch kann diese wohl auch kaum erheblich darüber hinausgegangen sein. Mit der alpinen Region der Tethys bestanden zwei Verbindungen, eine über die Umgebung der Tatra und die Beskiden, wo die ganze Trias mit Ausnahme der rhätischen Stufe noch in germanischer Ausbildung entwickelt ist, nach den inneren Teilen der Karpathen und dem Bakony, die zweite durch das Rhonetal mit der Trias der Westalpen in der Umgebung von Grenoble. Sonst legte sich auf der ganzen Strecke zwischen das Binnenmeer des deutschen Muschelkalkes und die alpine Region der Tethys eine SW—NO sich erstreckende und gegen NO sich verbreiternde Insel, die die Böhmische Masse, einen sehr großen Teil der Sudetischen Scholle und den Vindelizischen Rücken Guembel's umfaßte. Dieses Vindelizische Gebirge entspricht für die Triasperiode dem heutigen Verlaufe der oberbayrischen und der schweizerischen Hochebene. Die Vindelizische Insel, wie wir sie kurz nennen wollen, ist während der Triaszeit niemals vom Meere überflutet worden und hat die faunistische und fazielle Sonderung des deutschen Randmeeres von der alpinen Tethys verursacht.[2]

Nach Westen griff das Binnenmeer des Muschelkalkes über die Vogesen und den Schweizer Jura durch das Rhonetal bis an den östlichen und südlichen Rand des Französischen Zentralplateaus und südwärts in die Provence über. Hier stand es mit dem der alpinen Tethys im Westen vorgelagerten Iberisch-Nordafrikanischen Binnenmeer in unmittelbarer Verbindung. Tornquist meint, daß kein Inselrücken, sondern nur eine submarine Barre das provenzalische Triasmeer von jenem der Westalpen getrennt habe und weist auf das Vorkommen von Übergangsbildungen zwischen beiden Regionen in der subalpinen Zone von Gap und Digne hin.

Noch die Ausdehnung einer zweiten Phase mariner Transgression im germanischen Triasgebiet können wir mit großer Zuverlässigkeit feststellen. Es ist jene der rhätischen Stufe, die allenthalben den Charakter einer Litoralbildung aufweist und sich dadurch von deren alpiner, beziehungsweise karpathischer Ausbildung wesentlich unterscheidet. Ihre Grenzen greifen im Westen und Norden weit hinaus über jene des Muschelkalkmeeres, bleiben aber dafür im Osten hinter den letzteren erheblich zurück. Im Norden reichte das rhätische Meer über Bornholm bis Schonen, wo das Überwiegen pflanzenführender Schichten die unmittelbare Nähe festen Landes verrät. Im NW bedeckte es das mittlere England, einen Teil von Wales, die Halbinsel Cotentin und entsandte einen schmalen Golf nach der Westküste Schottlands, den inneren Hebriden und dem nordöstlichen Irland (Antrim). Doch ist der Ostrand des armorikanischen Massivs von der rhätischen Transgression nicht betroffen worden. Auch in das Pariser Becken ist das germanische Mittelmeer wohl niemals eingedrungen. Dagegen sind marine Ablagerungen der rhätischen Stufe in der ganzen Umrandung des Französischen Zentralplateaus verbreitet. In Oberschlesien und in Polen fehlen sie vollständig.

---

[1] G. Wagner: Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalkes und der unteren Lettenkohle in Franken. Geol. u. Paläontol. Abhandl. von Pompeckj u. v. Huene, N. F. XII, Heft 3, 1913, p. 174.

[2] G. Wagner's Übersichtskarte des süddeutschen Muschelkalkes (Beiträge z. Kenntn. d. oberen Hauptmuschelkalkes in Elsaß-Lothringen, Centralbl. f. Min. 1913, p. 552) zeigt deutlich den Einfluß des Ardennen- und Riesfestlandes auf die Verbreitung und Ausbildung des Muschelkalkes im süddeutschen Becken.

Wie der Vindelizische Rücken das germanische Binnenmeer im Südosten gegen die alpine Tethys absperrte, so legte sich zwischen die letztere und das Iberisch-Nordafrikanische Binnenmeer der Corsisch-sardinische Inselrücken. Tornquist[1] hat gezeigt, daß der westalpinen Entwicklung der Trias an der Nordspitze von Corsika eine Binnenentwicklung im nordwestlichen Sardinien gegenübersteht. Das westcorsische und zentralsardinische Schiefergebirge ragte über den Spiegel des Triasmeeres empor, wie aus der Transgression jurassischer Sedimente über dem alten Grundgebirge in Ostsardinien hervorgeht. Im Süden der Insel Sardinien muß allerdings eine offene Verbindung — ähnlich der schlesischen Pforte im deutschen Binnenmeer — mit der sizilischen Trias zeitweise bestanden haben. Durch diese Lücke sind die mediterranen Einwanderer in das Iberisch-Nordafrikanische Binnenmeer während der ladinischen. Epoche gelangt, die im Profil von Alghero auf Sardinien sich zusammen mit *Ceratites Münsteri* finden, in den Daonellenkalken der Balearen eine erheblich größere Bedeutung gewinnen und bei Mora de Ebro in Spanien als eine Kolonie von durchaus alpinem Gepräge inmitten der sonst außeralpin entwickelten Trias Cataloniens erscheinen. Daß diese vorübergehende Besiedelung einzelner Teile des Iberisch-Nordafrikanischen Binnenmeeres von SW her durch die sizilische Straße und nicht durch die westalpine Pforte erfolgt ist, wird, wie Wurm[2] mit Recht betont, durch den rein außeralpinen Habitus der provenzalischen Trias bewiesen.

Noch weiter nach Westen griff die alpine Tethys zwischen das Iberische und Nordafrikanische Binnenmeergebiet zur Zeit der Obertrias. Vielleicht bezeichnet hier die Sierra Nevada eine ähnliche Grenze zwischen den beiden Gebieten verschiedener Triasentwicklung wie der corsisch-sardinische Inselrücken. Die 500 *m* mächtigen dolomitischen Kalke der Lentegi Stufe in der Sierra Almijara mit ihren Megalodontenbänken weisen uns den Weg, auf dem die alpine Tethys zeitweise den Ring der im Westen vorliegenden Binnenmeerbildungen durchbrochen hat und über die Säulen des Herkules hinaus mit dem Poseidon in Verbindung getreten sein mag.

Wenn wir die Ausdehnung des Iberisch-Nordafrikanischen Binnenmeeres zur Zeit des Muschelkalkes und der rhätischen Stufe zu fixieren versuchen, das heißt während jener beiden Phasen, die hier ebenso wie im germanischen Becken als solche eines marinen Regimes unbestritten anerkannt sind, so läßt sich aus den Arbeiten Wurm's folgendes feststellen. Das Muschelkalkmeer ist dem Nordrand der Pyrenäen entlang bis in die Provinzen Palencia und Cadiz im Westen, bis in das Grenzgebiet von Tunis und Tripolitanien, in die algerischen Provinzen Constantine und Oran im Süden vorgedrungen. Die rhätische Stufe geht in ihrer Verbreitung über den Muschelkalk noch erheblich hinaus. Sie reicht im Westen bis in das südliche Portugal und in die Schauîah Marokkos.

Auch die alpine Tethys war kein offenes Meer von beträchtlicher Breite und Tiefe. In den Westalpen griff ein flaches Schelfmeer zeitweilig über ein mit Salz- und Gipspfannen bedecktes Strandgebiet, in den Südalpen und Dinariden lieferten submarine vulkanische Ausbrüche gewaltige Massen von Laven und Tuffen, die sich stellenweise als Inseln über den Seespiegel erhoben und in deren Umgebung Riffbildungen entstanden. Deecke[3] vergleicht den Gesamthabitus eines großen Teiles der ostalpinen Tethys — wie ich glaube, sehr zutreffend — mit den heutigen Küsten Neuguineas, wo größere Tiefen, Korallenriffe, gehobene Riffe, Vulkane und üppige Vegetation nebeneinander bestehen.

Andeutungen von Inseln in der alpinen Tethys finden wir, wie bereits im zweiten Abschnitt dieser Arbeit erwähnt wurde, im Bereich der Zone des Montblanc, der ostalpinen Zentralzone und der karnischen Kette, die erst zur Zeit des Hauptdolomits überflutet wurde. Sehr wahrscheinlich ist ferner die Existenz einer Adriatischen Insel, die die dinarische Trias von jener des Apennin trennte und aus der Gegend südlich von Recoaro über den Monte Gargano bis nach Apulien sich erstreckt haben mag.

---

[1] A. Tornquist: Neues Jahrb. f. Min., Beil. Bd. XX, 1905, p. 466—507.

[2] A. Wurm: Beiträge zur Kenntnis der Iberisch-Balearischen Triasprovinz. Verhandl. Nat. hist. Med. Ver. Heidelberg, N. F. XII, 1913, p. 548.

[3] W. Deecke: Die alpine Geosynklinale. Neues Jahrb. f. Min., Beil. Bd. XXXIII, 1912, p. 841.

Die Trias von Süditalien zieht, dem Tyrrhenischen Bogen Baldacci's und Viola's folgend, von den Ponza Inseln durch das Mündungsgebiet des Volturno über Amalfi und Salerno nahe dem Rande des Apennin bis Potenza. Sie erscheint erst wieder in Umbrien und findet noch eine spärliche, auf die Obertrias beschränkte Vertretung durch marine Sedimente in Toskana.[1] Was zwischen dem Tyrrhenischen Bogen und Umbrien liegt, dürfte einer Erweiterung der Adriatischen Landmasse entsprechen, auf deren Existenz im Etschgebiet die küstennahe Entwicklung der Trias bei Recoaro hinweist.[2]

Auf der Balkanhalbinsel ragten sicherlich ausgedehnte Partien des Serbischen und Rhodope-Massivs als Teile des »Orientalischen Festlandes« im Sinne von Peters und E. v. Mojsisovics aus dem triadischen Meere auf.

Die Grenzen der Tethys im östlichen Mittelmeerbecken sind einigermaßen unsicher. Im Süden hat sie jedenfalls das afrikanische Festland jenseits der Syrten nicht mehr erreicht, doch fallen Kreta und auch noch die äußeren Bögen des Taurus (Mons Amanus) in ihr Verbreitungsgebiet. Man dürfte keinen großen Fehler mit der Annahme begehen, daß der Südrand der Tethys im allgemeinen mit der Grenze zwischen dieser tektonischen Einheit und Indo-Afrika zusammenfiel. Doch sind in dieser Randzone Spuren der marinen Trias auf der ganzen Strecke von Latakieh bis zum Himalaya nur an einer Stelle, in den gefalteten Ketten von Oman am Ausgang des Persischen Golfes gegen den Indischen Ozean, wirklich nachgewiesen.

Südlich von der Indusmündung muß die Tethys in einem langgestreckten Golf tief zwischen den afrikanischen Kontinent und das Madegassisch-Indische Festland der Gondwana-Zeit eingegriffen haben. Die Ausbreitung jurassischer Sedimente der Tethys von Kutch über Südarabien, das Somaliland und Deutsch-Ostafrika bis Madagaskar veranlaßte M. Neumayr zu der Annahme der Existenz eines Äthiopischen Mittelmeeres für den oberen Jura. Die skythischen, geodenreichen Tone von Ambararata mit ihren engen faunistischen Beziehungen zur Salt Range und zum Himalaya zeigen uns, daß dieses Äthiopische Mittelmeer schon zur Zeit der unteren Trias als eine gewaltige Erweiterung der Tethys bestanden haben muß, die allerdings in den nachfolgenden Epochen der Triasperiode eine Einengung erfahren haben mag, da wir jüngere triadische Transgressionen als die skythische auf Madagaskar vermissen. In Anbetracht des litoralen Charakters der Tone von Amabararata ist eine weite Ausdehnung des Triasmeeres über die Nordspitze von Madagaskar in südlicher Richtung wohl nicht vorauszusetzen.

Während in der westlichen Hälfte der Tethys das Triasmeer seine größte Ausbreitung zur Zeit der rhätischen Stufe erreicht hat, scheint im mittleren und östlichen Teile der Tethys das Maximum der triadischen Ausbreitung schon in die skythische Stufe gefallen zu sein. Die Verbreitung skythischer Faunen im Äthiopischen Mittelmeer nach Süden bis Madagaskar findet im Norden ihr Gegenstück in dem Vordringen skythischer Marinfaunen bis zum Bogdoberg, nach Darwas, in das Quellgebiet des Jenissei und in die Grenzdistrikte der chinesischen Provinz Kansu und des nordöstlichen Tibet. Weder aus der anisischen noch aus einer der jüngeren Triasepochen finden wir Anzeichen für ein so weites Vordringen der Tethys nach Norden.

Die nördliche Grenze der Tethys ist im übrigen von der Weichsel ostwärts sehr unbestimmt. Nur die Werfener Schichten am Zusammenfluß des Uss und der Teplaja können nicht in erheblicher Entfernung von dieser Grenze zur Ablagerung gekommen sein, da die pflanzenführenden Schichten an der oberen Tunguska mit Bestimmtheit auf die Existenz eines permo-triadischen Festlandes hinweisen.

---

[1] E. Suess: Das Antlitz der Erde, III/2, p. 239.

[2] W. Salomon (Die Adamello Gruppe, Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst., XXI, 1908, p. 396) hält die Annahme einer zentralalpinen Insel für unberechtigt und wesentlich darauf beruhend, »daß man sich instinktiv von der heutigen Topographie beeinflussen läßt und darum der jetzt höchsten Mittelregion der Alpen auch für die Vorzeit größere Höhe zuschreibt«. Es braucht wohl kaum näher auseinandergesetzt zu werden, daß die Vorstellung einer zentralalpinen Insel während der Unter- und Mitteltrias nicht auf der Berücksichtigung der heutigen topographischen Verhältnisse, sondern auf dem Fehlen mariner Absätze jener Epochen und auf dem Nachweis einer obertriadischen Meerestransgression beruht.

Auch über die Lage des Verbindungsstückes des mediterranen und des himamalayischen Anteils der Tethys besteht keine Klarheit. Ungeachtet der verschiedenartigen Ausbildung der skythischen Stufe im Kaukasus und in Hocharmenien mochte immerhin eine direkte, wenn auch eingeschränkte Meeresverbindung zwischen beiden Gebieten vorhanden gewesen sein. Die zweite Grenzscheide zwischen mediterraner und himamalayischer Entwicklung ist genau wie in der Juraperiode die Induslinie. Die mediterrane Werfener Entwicklung der skythischen Stufe in Darwas trennt sich scharf von der reich gegliederten, faunistisch so auffallend differenzierten in Kaschmir und Ladakh. Gleichwohl besteht kein Grund, an dem Bestande einer Kommunikation über den Pamir zu zweifeln, die uns durch die Übereinstimmung der Monotis- und Halorellenkalke der Obertrias mit jenen der Ostalpen nahegelegt wird. Wissen wir doch, daß in der Hallstätter Fazies indische Faunenelemente ihren Weg aus Ostindien noch viel weiter nach Westen, bis nach Albanien, gefunden haben.

Der Austausch zwischen dem mediterranen und dem himamalayischen Faunengebiet war wohl zeitweise unterbrochen, aber zumeist bald in beschränktem, bald in stärkerem Maße möglich. Wechselnde Verbindungen zwischen den beiden Hälften der Tethys haben also mindestens von der oberen Abteilung der skythischen Stufe an bis ins Rhätikum bestanden. Verbindungsstücke von ansehnlicher Breite dürfen wir allerdings nicht voraussetzen. Große Teile von Persien und Afghanistan mögen wohl während der ganzen Triaszeit Festland gewesen sein.

Deutlicher zeichnen sich die Grenzen der Tethys gegen das triadische Gondwana-Festland im Süden und den Angara-Kontinent im Nordosten im Gebiete des Himalaya und der hinterindischen Halbinsel ab. Die zonare Anordnung der Triasbildungen in der Sedimentärzone des Zentral-Himalaya verrät die gegen Norden zunehmende Vertiefung des Meeres und das Wachsen der Entfernung vom Festland. In der sedimentären Hauptzone erreichen terrigene, kalkarme Sedimente eine größere Mächtigkeit als in der ostalpinen Trias. Erst in der tibetanischen Klippenzone stellen sich geringmächtige, reine, organogene Kalke der Hallstätter Fazies ein.

Bis in das Gangestiefland kann die triadische Tethys nicht mehr gereicht haben, da an dem Aufbau der südlichen Ketten des Himalaya, wenigstens in Sikkim, bereits kontinentale Bildungen der Gondwana-Formation beteiligt sind.[1] Da auch in den Daflabergen in Assam nach Godwin-Austen's[2] Untersuchungen kohlenführende Schichten der Gondwana-Formation das Perm- und Triassystem vertreten, muß der Sporn von Assam als Halbinsel zwischen das himalayische und burmanische Becken der obertriadischen Tethys eingegriffen haben.

Im mittleren und nördlichen China entspricht die ganze mesozoische Ära einer kontinentalen Epoche. Die bald kohlenführenden, bald flözleeren Schichten des Überkohlensandsteins v. Richthofen's in Shansi, Shensi und Kansu gehören nach Frech[3] der Triasperiode an und stellen die weite Ausbreitung des Angara-Festlandes von Sibirien über die Mongolei bis in das eigentliche China außer Zweifel. Nur in das südliche China, in die Provinzen Yünnan und Kweitschou ist die triadische Tethys eingedrungen. In diesem Randteil derselben mit vorwiegend litoralem Charakter der Sedimente treffen wir in einer dem deutschen Röth und Wellenkalk ähnlichen Fazies der skythischen Stufe auch die Fauna des germanischen Binnenmeeres mit *Myophoria costata* und *Beneckeia sinensis*. Schlagend ist die Beweiskraft dieses Beispiels für die Abhängigkeit gewisser Fossilien von bestimmten Faziesbedingungen und ihre relative Unempfindlichkeit gegenüber anderen, zum Beispiel klimatischen Faktoren, aber auch für die Haltlosigkeit der Verfrachtungstheorie leerer Ammonitengehäuse im Sinne Walther's.

In Südchina ist jedoch, abweichend von den Verhältnissen in Zentralasien, eine stärkere Transgression des Meeres in der oberen Trias zu verzeichnen, die in Yünnan auch Mergel mit himalayischen

---

[1] F. Mallet: On the geology of the Darjiling district and the Western Duars. Memoirs Geol. Surv. India, XI, 1875, p. 1 bis 96. — E. Suess: Antlitz der Erde, I/2, p. 577.

[2] H. Godwin-Austen: Notes on the geology of parts of the Dafla hills, Assam. Journal Asiat. Soc. of Bengal, new ser. XLIV, Calcutta, 1875, p. 35—41.

[3] F. Frech, in F. v. Richthofen »China«, V, 1911, p. 203—218.

Cephalopodenfaunen zur Ablagerung gebracht hat. Während der rhätischen Epoche greift endlich das kontinentale Regime vom mittleren auch auf das südliche China über.

Im Gebiet des heutigen Hinterindien war die Tethys durch die große Insel von Cambodscha in zwei Arme geteilt. Der eine erreichte, dem burmanischen Faltenbogen folgend, der andere über Tonkin und das südchinesische Meer die Sunda-See. Der kontinentale Charakter des Massivs von Cambodscha, das den Unterlauf des Mekong und einen Teil von Siam umfaßte, wird durch das Vorkommen von pflanzenführenden Gondwana Schichten mit Stegocephalen und Landreptilien sichergestellt. [1]

Da im burmanischen Faltenbogen weder skythische noch anisische Meeresbildungen bekannt sind, so bleibt es einigermaßen zweifelhaft, ob der burmanische Arm der Tethys schon während der Palaeo- und Mesotrias bestand oder erst in der Neotrias eröffnet wurde. Da jedoch auch andererseits die Gondwana-Formation in Burma nicht nachgewiesen erscheint, so fehlen Anhaltspunkte für eine sichere Entscheidung, ob die Region des burmanischen Faltenbogens zur Zeit der unteren Trias dem Gondwanaland oder der Tethys zufiel. Im Sinne der ersteren Annahme würde das transgressive Auftreten obertriadischer Sedimente nicht nur in den Shan-Staaten und in Pahang — das von Noetling zitierte Vorkommen von Halobienschichten im Karenni-Distrikt ist sehr unsicher — sondern auch in Sumatra und in Westborneo sprechen. Die Möglichkeit einer zeitweiligen Verbindung der Tethys mit dem Indischen Ozean am Ostrande des Golfes von Bengalen soll später noch eingehend erörtert werden.

Dagegen ist die Permanenz der Tethys im Gebiet von Tonkin durch die Verbreitung mariner Ablagerungen der skythischen und anisischen Stufe im Liegenden der Obertrias sichergestellt. In der Region der Sunda-Inseln geht die Verbreitung dieser beiden älteren Stufen der Trias vorläufig nicht über Timor hinaus.

Die Verhältnisse in der Sunda-See müssen manche Analogien mit den heute noch bestehenden geboten haben. Der wechselnde Charakter der Triassedimente, das Einsetzen der Transgression an den einzelnen Lokalitäten zu verschiedenen Zeiten (skythische Stufe in Timor, karnische am Kwalu auf Sumatra, norische bei Padang, auf Serang, Savu, Buru, Misol, bei Kendai auf Westborneo) zeigen uns den Bestand eines Archipels am Ausgang der Tethys in den Pazifischen Ozean an. Die Triassedimente des Timor-Archipels sind, wenigstens vom Anisikum aufwärts, bathyale Absätze. Die übrigen Triasbildungen der Sunda-See außerhalb desselben tragen den Charakter küstennaher, neritischer Ablagerungen. Vielen derselben sind Pflanzenreste in größerer Menge, gelegentlich sogar Anthrazitschnüre eingelagert. Alle Tatsachen sprechen für ein von Inseln unterbrochenes, nicht für ein weites, offenes Meer. Es liegt kein Grund vor, sich die großen Sunda-Inseln, wie Borneo oder Sumatra, in ihrer ganzen Ausdehnung unter den Spiegel des Triasmeeres versunken vorzustellen. Viel wahrscheinlicher ist der Bestand von Landmassen im Gebiet der Sunda-See auch außerhalb des Australischen Kontinents. Das gilt insbesondere für das granitische Vorland Borneos vom Schwanner-Gebirge bis Kap Sambar, das E. Suess [2] geradezu als eine Fortsetzung der Masse von Cambodscha bezeichnet.

Betrachtet man die triadische Tethys als ganzes in ihren geographischen Beziehungen zu dem nördlichen und südlichen Kontinentalblock der östlichen Hemisphäre, so springt der Unterschied gegenüber den heutigen Weltmeeren, dem Pazifischen, Indischen und Atlantischen Ozean, in die Augen. Die triadische Tethys war kein Ozean, sondern eine Kette von aneinander gereihten Ingressionsmeeren im Sinne Penck's [3]. Selbst an den breitesten Stellen (Mecklenburg—Kreta, Elphinstone Inlet—Bogdo) hat ihre Breite den Betrag von 2000 *km* kaum überschritten, auf weite Strecken ist sie unter 1000 *km* geblieben. Selbst wenn man die gefalteten und zusammengeschobenen Schichten der jüngeren Kettengebirge in der

---

[1] Die Gondwana-Formation mit Resten von *Dicynodon* reicht nach Counillon's Untersuchungen (Documents pour servir à l'étude géol. des environs de Luang-Prabang. C. R. Acad. sci. Paris, 1906, II, p. 1330) bis zum Knie des Mekong in Luang Prabang. Vergl. auch E. Suess: Antlitz der Erde, III/1, p. 284.

[2] E. Suess: Das Antlitz der Erde, III/1, p. 315.

[3] A. Penck: Morphologie der Erdoberfläche, I, p. 156. Penck ist durchaus im Recht, wenn er (l. c. 184) die Bezeichnung der Tethys als Ozean durch Suess (Are great ocean depths permanent?, Nat. Science, Vol. II, No. 13, London, 1893, p. 183) ablehnt.

Geosynklinale von Gibraltar bis zum Golf von Tonkin ausglättet, wird man über eine mittlere Breite von 1500 *km* nicht an allzu vielen Stellen hinauskommen.

Dabei darf nicht übersehen werden, daß alle Anzeichen für ein durch tiefe Buchten zerlapptes, inselreiches Meer sprechen. Dort, wo die geologische Erforschung am weitesten fortgeschritten ist, wie in Mitteleuropa, konnte der Nachweis des Bestandes größerer Inseln, der Sardinisch-corsischen Insel, einer Adriatischen Insel, einer Serbisch-thrakischen Insel usw. erbracht werden. Wie heute das Mittelländische Meer mit dem Atlantischen Ozean nur durch eine bescheidene Pforte in Verbindung tritt, so dürften auch zwischen einzelnen Becken der Tethys, zum Beispiel zwischen dem kaukasischen und dem hocharmenischen oder dem bucharischen und himalayischen, wo zwei Faunengebiete, wenigstens noch zur Zeit der Untertrias, ziemlich unvermittelt aneinanderstoßen, nur räumlich beschränkte Kommunikationen bestanden haben.

Die Gleichartigkeit der Gondwanafloren Vorderindiens mit jenen von Cambodscha und Südchina beweist, daß eine Verbreitung der Pflanzen über die Tethys hinweg auf dem Wege der dazwischen liegenden Archipele möglich war. Die gleichmäßige Verbreitung großer Landtiere im Norden und Süden der Tethys läßt sich jedoch auf dem Wege über solche Inselgruppen allein nicht erklären. Wir müssen annehmen, daß zeitweilig der geschlossene Meeresgürtel, der Eurasien von Indo-Afrika während der Triasperiode trennte, durch eine Festlandsbrücke unterbrochen war, die einen Austausch der Landfaunen ermöglichte.

Ein solcher Austausch ergibt sich mit voller Klarheit aus einem Vergleich der Landwirbeltierfaunen Europas und Südafrikas. Innerhalb der kontinentalen Bildungen der südafrikanischen Karoo-Formation, die von dem basalen Droyha-Konglomerat bis zu den beiläufig der rhätischen Stufe entsprechenden Molteno beds eine Mächtigkeit von rund 3000 *m* erreichen, unterscheidet R. Broom,[1] der beste Kenner der Karoo-Faunen, fünf deutlich geschiedene Landwirbeltierzonen: Die *Pareiasaurus*-Zone, die *Endothiodon*-Zone, die *Cistecephalus*-Zone, die *Lystrosaurus*- und *Procolophon*-Zone, endlich jene der Burghersdorp beds. Nur zwei dieser Zonen bieten Anknüpfungspunkte an europäische Landfaunen, die *Cistecephalus*-Zone und die Burghersdorp beds. Die erstere zeigt enge Beziehungen zu der permischen Fauna mit *Inostranzeffia*, die Amalitzky an der Kleinen Dwina in Nordrußland entdeckt hat. Die zweite, jene der Burghersdorp beds, enthält die Labyrinthodontenfauna der schwäbischen Trias, insbesondere des Keupers, mit *Trematosaurus, Capitosaurus, Cyclotosaurus* und mehreren Landreptilien, die mit europäischen nahe verwandt sind. Dagegen fehlen in der dazwischen liegenden *Lystrosaurus*- und *Procolophon*-Zone Formen, die zu europäischen Landwirbeltieren Beziehungen zeigen, durchaus. Somit muß während der Zeit des Buntsandsteins (mit Rücksicht auf das Vorkommen von *Trematosaurus*), mindestens aber während des Keupers die Tethys zeitweilig für große Landtiere überschreitbar gewesen sein, die nach Süden vordringend, in den Beaufort beds als ein fremdes Faunenelement unvermittelt erscheinen.[2]

Auch in die Gondwana-Formation der vorderindischen Halbinsel sind Landreptilien und Stegocephalen zur Zeit der Obertrias über die Tethys aus dem Nordwesten eingedrungen. In den Maleri Schichten finden sich *Belodon, Hyperodapedon, Thecodontosaurus* zusammen mit Labyrinthodontenresten, die nach Lydekker *Metopias* und *Capitosaurus* sehr nahe stehen.[3]

Alle diese Tatsachen lehren uns, daß gelegentlich während der Triasperiode Ereignisse eingetreten sein müssen, die zu einer vorübergehenden Überbrückung des Mittelmeergürtels der östlichen Hemisphäre geführt haben.[4] Denn wenn es auch richtig ist, daß die Ausbreitung der Gondwanafloren von Indien nach

---

[1] R. Broom: On the relationship of the South African Permian reptiles to those of Russia. American Journ. of Geology, Chicago, XXI, 1913, p. 728 ff.

[2] Allerdings ist für die Ankunft der aus dem westeuropäischen Festlandsgebiet ausstrahlenden Tiere in Südafrika eine vielleicht beträchtliche Zeitspanne anzunehmen.

[3] R. Lydekker: The Reptilia und Amphibia of the Maleri and Denwa groups. Palaeontol. Ind. ser. IV. Indian Pretertiary Vertebrata, Vol. I, Pt. 5, 1885.

[4] Daß sich solche Ereignisse auch in jüngeren Abschnitten der mesozoischen Ära wiederholt haben, zeigt die Verbreitung von *Megalosaurus* und *Titanosaurus* von Europa über Indien bis Madagaskar.

dem Nordkontinent durch ein Meer nicht gehemmt werden konnte, in welchem Inseln in nicht zu großem Abstande vorhanden waren,[1] so können sich doch die Wanderungen der großen Landtiere auf einem solchen, von breiten Meeresstraßen unterbrochenen Wege nicht vollzogen haben.

Das triadische Mittelmeer der Osthemisphäre, die Tethys, war kein Ozean, der mit den Weltmeeren der Gegenwart nach seinen morphologischen Merkmalen verglichen werden kann. Es entsteht nunmehr die Frage, welcher Art die triadischen Sedimente dieses Meeres waren, ob wir in den Triasgesteinen der Tethys eupelagische Sedimente zu erkennen vermögen, mit anderen Worten, ob unsere heutigen Kontinente während der Triaszeit an irgend einer Stelle Tiefseeboden gebildet haben. Die letztere Frage kann mit guten Gründen verneint werden, sobald wir den Begriff der Tiefseebildungen im modernen Sinne und enger als seinerzeit Th. Fuchs[2] fassen, der alle Absätze des Meeres unterhalb der Verbreitungsgrenze der Korallinenzone der Tiefsee zuwies.

Bei der weitaus überwiegenden Masse triadischer Sedimente der Tethys handelt es sich um die Absätze flacher Meeresteile in nicht allzu großer Entfernung von der Küste. Für die glimmerreichen und grobklastischen Schiefer und Sandsteine der Werfener Schichten wird das ja allgemein zugegeben. Es gilt aber auch für die großen Kalk- und Dolomitmassen des Himalaya und der Alpen, die wesentlich aus den Hartgebilden von Kalkalgen aufgebaut sind, deren reiche Entfaltung nur selten in größere Meerestiefen als 150 bis 200 *m* hinabreicht. Auch sprechen die dickschaligen Lamellibranchiaten des Dachsteinkalkes, die Megalodonten und Dicerocardien, die bankweise in ungeheuren Mengen auftreten, für eine Bildung in sehr seichtem Wasser. Die von Suess[3] als terra rossa gedeuteten roten Schmitzen im Dachsteinkalk werden von diesem Forscher geradezu als Beweise für eine wiederholte Erhebung und Senkung jeder einzelnen Bank des Dachsteinkalkriffes über, beziehungsweise unter den Meeresspiegel angesehen.

Die vulkanischen Tuffe und Sandsteine der ladinischen Stufe in Südtirol sind durchaus landnahe Bildungen, ebenso die Raibler Schichten und ihre nordalpinen Äquivalente. An einzelnen Punkten mag es sogar zu Inselbildungen gekommen sein.

Die Rifffrage in bezug auf die Bildung der südosttirolischen Dolomitstöcke ist in den letzten Jahren am ausführlichsten von W. Salomon[4] erörtert worden. Da Salomon die von ihm als »katharisch« bezeichneten Karbonatgesteine in biologischer Hinsicht mit den modernen Riffen im Sinne Rein's und Semper's vergleicht, obwohl er die Korallriff-Hypothese von F. v. Richthofen und E. v. Mojsisovics ablehnt, so ergibt sich auch für ihn die Notwendigkeit einer Ablagerung der katharischen Kalkmassen in geringer Tiefe unter dem Meeresspiegel, wenngleich er sie an anderer Stelle (p. 419) als »landfern, rein ozeanogen, daher ton- und detritusarm» charakterisiert. Eine landferne Entstehung des Schlerndolomits zum Beispiel ist schon durch die innige Verknüpfung und Verzahnung mit ton- und detritusreichen Gesteinen (Pachycardientuffe der Seiser Alpe) ausgeschlossen.

Solche katharische Kalke und Dolomite im Sinne Salomon's sind in der Trias des Himalaya weitaus seltener als in jener der Ostalpen. In jener spielen symmikte, an terrigenem Material reiche Kalke die überwiegende Rolle. Erst in der norischen Stufe des Himalaya stellen sich katharische Karbonatgesteine in den dem alpinen Dachsteinkalk vergleichbaren Hochgebirgskalken ein. Unter den triadischen Sedimenten, die an dem Aufbau der mesozoischen Hauptzone des Himalaya beteiligt sind, weist keines auf landferne Zonen eines tieferen Meeres hin.

Das Meer des Muschelkalkes im germanischen Triasgebiet ist schon von C. v. Guembel mit der heutigen Nordsee verglichen worden. Seine Sedimente gleichen nach G. Wagner (l. c., p. 176) dem rezenten Kalkschlick, Blauschlamm, Grünschlick und Grünsand, wie sie in Flachmeeren zwischen 1 und 500 *m* Tiefe zum Absatz gelangen.

---

[1] Vergl. E. Koken: Indisches Perm und die permische Eiszeit. Neues Jahrb. f. Miner., Festband, 1907. p. 522.

[2] Th. Fuchs: Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten? Neues Jahrb. f. Min., Beil. Bd. II, 1883, p. 491.

[3] E. Suess: Antlitz der Erde, II, p. 331 ff.

[4] W. Salomon: Die Adamello Gruppe. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst,. XXI, 1908, p. 408—427.

Radiolarienreiche Sedimente, die man mit den Radiolariten Graubündens oder mit der Danau-Formation Borneos vergleichen könnte, sind mir weder aus der alpinen noch aus der Himalaya-Trias bekannt. Nur aus der ostkarpathischen Fazies der Bukowina erwähnt Uhlig[1] rote Radiolarienschiefer von sehr geringer Mächtigkeit und in Verbindung mit roten Kalken der Hallstätter Fazies (Klippen von Pozoritta). Ob es sich hier um Tiefseebildungen handelt, läßt sich bei einem so vereinzelten Vorkommen natürlich nicht sagen, da radiolarienreiche Ablagerungen von beschränkter Ausdehnung auch in Landnähe, sogar in Ästuarien, unter günstigen Verhältnissen zustande kommen können.

Frech[2] hält die ladinischen Knollenkalke des Bakony mit Rücksicht auf die Art der Erhaltung der Ammonitengehäuse, bei denen die Schale fast immer verschwunden und auch der Steinkern oft bis zur Hälfte zerstört ist, für eine Ablagerung in tiefem Wasser, jedenfalls in tieferen Meeresteilen als die roten Cephalopodenkalke mit allseitig wohl erhaltener Schale. Gegen diese Meinung lassen sich verschiedene schwerwiegende Einwände erheben. An den Steinkernen der Ammoniten in den Knollenkalken sind häufig die Spuren einer Abrollung sichtbar. Eine solche Abrollung ist im tiefen Wasser ausgeschlossen, den vereinzelten Fall ausgenommen, wenn es sich um ein langsames Abgleiten des durch die Brandung von einem Korallriff abgelösten Materials an einer steilen Böschung handelt, ein Fall, der hier wohl nicht in Betracht kommt. Die innige Verknüpfung der Buchensteiner Knollenkalke Südtirols mit tuffigen Sedimenten spricht gegen einen Absatz in größeren Tiefen. Der Verlust der Schale und die teilweise Zerstörung der Gehäuse braucht keineswegs auf einer chemischen Auflösung durch sauerstoffreicheres Wasser großer Tiefen zu beruhen. Ich erinnere an Quenstedt's[3] Mitteilung, daß die Ichthyosaurierskelette und Fische — *Dapedius* trotz seines festen Schuppenkleides — in den Seegrasschiefern des Lias, also in neritischen Bildungen von dem Charakter unserer rezenten Zosterawiesen, in der Regel nur auf einer Seite erhalten sind, nämlich der unteren, auf der sie bei der allgemeinen Wasserbedeckung durch den Schlamm geschützt waren. Aus allen diesen Gründen darf man der Annahme einer bathyalen Entstehung der ladinischen Knollenkalke mit berechtigtem Zweifel gegenüberstehen.

Das einzige Triassediment der Tethys, das von der überwiegenden Mehrzahl der Forscher als eine bathyale Bildung angesehen wird, ist der Hallstätter Kalk, obwohl auch über diesen Punkt die Meinungen geteilt sind.[4]

Wähner[5] glaubt, daß der Absatz der bunten Cephalopodenkalke der Ostalpen, zu denen ja auch die Hallstätter Kalke der Trias gehören, in sehr großen Meerestiefen und in küstenfernen Regionen vor sich gegangen sei. A. Heinrich[6] gelangte auf Grund seiner Beobachtungen an Dünnschliffen der julischen Hallstätter Kalke des Feuerkogels bei Aussee zu der Überzeugung, daß dieses Gestein den Charakter eines Globigerinensediments, dem jeder vom Festland stammende Anteil fehle, bewahrt habe. Auch Haug[7] und Uhlig rechnen die Hallstätter Kalke der bathyalen Serie zu. Ebenso entsprechen nach Welter's Meinung die timoresischen Hallstätter Kalke zum mindesten den Ablagerungen der bathyalen Fazies. Den entgegengesetzten Standpunkt vertreten Koken und Walther. Koken geht von zwei biostratigraphischen Tatsachen aus. Er fand, daß die von ihm untersuchten größeren Exemplare der Hallstätter Gastropoden »fast immer die Spuren alter Verletzungen zeigen, welche vom Tiere ausgeflickt sind

---

[1] V. Uhlig: Bau und Bild der Karpathen. III. Teil von »Bau und Bild Österreichs«, 1903, p. 682.

[2] F. Frech: Neue Cephalopoden aus den Buchensteiner etc. Schichten des Bakony. Paläont. d. Umgebung d. Balatonsees, p. 64.

[3] Quenstedt: Der Jura. Tübingen, 1858, p. 221.

[4] In seiner Abhandlung »Alpen und Dinariden« (Geologische Rundschau, V. 1914, p. 184) spricht L. Kober von einer Abyssitfazies der Trias. Wahrscheinlich bezieht sich diese Angabe auf die bosnische Flyschzone, in der nach Kober die mesozoische Serie durch abyssische Entwicklung und den Reichtum an grünen Gesteinen ausgezeichnet sein soll. Die Stratigraphie der bosnischen Flyschzone ist indessen noch viel zu unvollständig bekannt, als daß man über die bathymetrischen Verhältnisse ihrer Sedimente ein Urteil abgeben könnte.

[5] F. Wähner: Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 1886, p. 190

[6] A. Heinrich: Untersuchungen über die Mikrofauna des Hallstätter Kalkes. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 1913, p. 227

[7] E. Haug: Traité de géologie, II/1, p. 855.

und lokal die Skulptur stören, aber das normale Weiterwachstum durchaus nicht gehindert haben. Es läßt sich das nur dadurch erklären, daß die Tiere in verhältnismäßig seichtem und sehr bewegtem Wasser lebten, vielleicht in Klippenregionen, welche von einer starken Brandung bespült wurden. Jeder Tiefseecharakter erscheint hierdurch ausgeschlossen.« Er bringt ferner die bei vielen Formen nach unten gerichtete Lage der Mündung mit einer festsitzenden Lebensweise in Zusammenhang, was wieder zunächst den Gedanken an ein Leben an einer felsigen Schorre nahelegt. An ähnliche Gedankengänge anknüpfend betrachtet J. Walther[1] die Ammonitennester und Linsen des Hallstätter Kalkes geradezu als Ausfüllungen der Spalten und Lücken der Triasriffe.

Was meine eigene Meinung über die Natur der Hallstätter Kalke betrifft, so halte ich sie für ein Foraminiferensediment, das sich in sehr verschiedenen Tiefen und in verschiedener Entfernung von der Küste, aber stets unter Bedingungen gebildet hat, die die Zufuhr terrigenen Materials ausschlossen. In bezug auf die Entstehung der timoresischen Hallstätter Kalke pflichte ich vollkommen der Ansicht Welter's bei, daß uns in diesen bathyale Bildungen vorliegen. Die von Welter angeführten Merkmale — Mangel an sandigen Ablagerungen und an Klippendetritus, außerordentlich geringe Mächtigkeit des Sediments, die für die ganze Obertrias nur 2 *m* umfaßt und in dem die Ammonitengehäuse dicht gedrängt übereinanderliegen, Buntfärbung der Kalke durch Eisenoxyd- und Manganoxydüberzüge der Versteinerungen — sprechen entschieden gegen eine neritische Ablagerung. Aus den gleichen Gründen halte ich auch die roten Hallstätter Kalke der exotischen Blöcke von Malla Johar in der Umgebung des Balchdhura im Zentralhimalaya für bathyale Absätze.

Unter den Hallstätter Kalken der Ostalpen dagegen muß man verschiedene Typen unterscheiden. Einige dieser Hallstätter Kalke stehen in so inniger Verbindung mit den Korallriffkalken des Dachsteinkalkes, daß sie in der Tat nur als Ausfüllungen von Spalten und Lücken in diesem — im Sinne J. Walther's — gedeutet werden können. Man darf sich über ihre wahre Natur weder durch den Charakter ihrer Lamellibranchiatenfauna noch durch das Überwiegen des Foraminiferensediments täuschen lassen. Die dünnen Schalen der in den Hallstätter Kalken fast allein herrschenden *Halobiidae* und *Monotidae* verraten lediglich die Abhängigkeit der Bivalvenfauna von einem schlammigen Untergrund, wie ihn eben der Foraminiferenschlick darbietet.[2] Dagegen sind unter den Brachiopoden der Hallstätter Kalke eine Anzahl durch ganz beträchtliche Schalenverdickung ausgezeichnet, so die Gruppe der *Rhynchonella dilatata* Suess (*Austriella* Bittn.). Auch spielen in der Zusammensetzung mancher Hallstätter Kalke (Sommeraukogel) Crinoidenkalke und Crinoidengrus eine nicht unwichtige Rolle. Daß der Reichtum an Globigerinen in einem Sediment, wie ihn Heinrich in den Hallstätter Kalken des Feuerkogels nachgewiesen hat, keinen Beweis für dessen landferne Entstehung in bedeutenden Tiefen abgibt, haben Gardiner's Erfahrungen an den Atollen der Malediven gezeigt, deren große Lagunen wahre Fallen für das pelagische Plankton darstellen und in Tiefen von 34 bis 48 Faden von einem Pteropoden- und Globigerinensediment ausgekleidet sind, das sich in keiner Weise von den bezeichnenden Tiefseesedimenten des Pelagials unterscheidet.[3] Auf ähnliche Weise mögen auch Anhäufungen von Foraminiferenschlick im Inneren der Lagunen triadischer Korallen- und Algenriffe zustande gekommen sein.

Neben diesen mit Dachsteinkalkriffen innig verknüpften Bildungen der Hallstätter Fazies gibt es aber zwischen Berchtesgaden und dem Toten Gebirge ein Entwicklungsgebiet der Hallstätter Kalke, in dem diese letzteren abgesondert von der Region der Dachsteinkalk-Entwicklung unmittelbar über dem

---

[1] J. Walther: Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig, 1908, p. 362.

[2] Auch die schlammigen Gründe der niederösterreichischen Voralpenzone und des südosttirolischen Hochlandes waren an den Stellen, wo die Seichtwasserbildungen der *Halobia rugosa*-Schiefer, beziehungsweise der Wengener Schiefer abgelagert wurden, reich an dünnschaligen Bivalven aus der Familie der *Halobiidae*. Im Lias in Schwaben liegen die dünnschaligen Posidonien zu Millionen nebeneinander.

[3] Stanley Gardiner: The fauna and geography of the Maldive- and Lakkadive Archipelagoes. Cambridge, 1903. — Vergl. auch Th. Fuchs: Über Pteropoden- und Globigerinenschlamm in Lagunen von Koralleninseln. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 1905, p. 169.

Haselgebirge der Untertrias liegen und durch ihre unvergleichlich geringere Mächtigkeit gegenüber den normalen Sedimenten der Trias ausgezeichnet sind, obwohl sie mindestens die anisische Stufe und die gesamte Obertrias vertreten. Diese Hallstätter Kalke halte ich für Absätze tieferen Wassers, für bathyale Sedimente, die sich in den tieferen Rinnen und Kanälen niederschlugen, die zwischen den bis zum Meeresspiegel aufwachsenden triadischen Riffmassen frei blieben. Das ist jene Ansicht, die der beste Kenner der Hallstätter Kalke, E. v. Mojsisovics, wiederholt mit mir diskutiert und im Jahre 1903 zuerst veröffentlicht hat und an der ich, gegenüber allen Versuchen der Deckentheoretiker, die wahren Beziehungen der Hallstätter Entwicklung zu den Nachbargebieten durch die unbewiesene und unbeweisbare Annahme tektonischer Vorgänge zu verschleiern, festhalten zu müssen glaube.

Es ist bereits auseinandergesetzt worden, daß wir uns die Tethys nicht als einen erdumspannenden Ozean vorstellen dürfen, daß wir vielmehr an ein von zahlreichen Inseln unterbrochenes Mittelmeer mit wechselnden, aber doch meist geringen Tiefen zu denken haben, das seinen Zusammenhang keineswegs zu allen Zeiten der mesozoischen Ära zu behaupten vermochte. Echte Tiefseesedimente sind aus der triadischen Tethys bis heute nicht bekannt. Auch von einem triadischen Pelagial dürfen wir strenge genommen nicht sprechen. Was außer neritischen Gebilden der Flachsee vorliegt, sind im besten Falle hemipelagische bathyale Ablagerungen vom Typus der Hallstätter Kalke. Übrigens stand ja die große Geosynklinale an der Grenze Eurasiens und Indo-Afrikas während der Triasperiode erst am Beginn ihrer Entwicklung. Daß die Vertiefung im Jura erhebliche Fortschritte gemacht hat, ist nicht zu bezweifeln, wenngleich auch aus dieser Periode echte Tiefseebildungen nur spärlich und — von der Danau-Formation Borneos vielleicht abgesehen — nirgends in weiter Verbreitung bekannt sind.[1]

Die Mächtigkeit der, wie wir sahen, weitaus überwiegend neritischen Ablagerungen der Triasperiode innerhalb der Tethys erreicht in den Ostalpen und im Himalaya ihr Maximum. In den Ostalpen schwankt die Mächtigkeit der skythischen Stufe von einigen bis zu 500 *m*. Jene der Mittel- und Obertrias bis zur Basis des Dachsteinkalkes kann man in Südtirol mit 500 bis 1000 *m* veranschlagen. Mindestens ebenso hoch stellt sich die Mächtigkeit des Dachsteinkalkes, so daß die Gesamtmächtigkeit der marinen Trias in den Ostalpen in manchen Profilen kaum unter 2000 *m* zurückbleiben dürfte, wenngleich sie in anderen nur die Hälfte oder ein Drittel dieses Betrages erreicht. In der Sedimentärzone von Spiti habe ich die Mächtigkeit der marinen Trias auf 1500 bis 1800 *m* geschätzt. So groß diese Ziffern sind, so stehen sie doch zurück hinter jenen, die für die der gleichen Periode angehörigen Kontinentalbildungen der vorderindischen Halbinsel ermittelt wurden. Für die Kamthi Stufe der Gondwanas, die bereits vollständig der Trias zufällt, wenn man den Schnitt zwischen Perm und Trias mit Koken unterhalb der Raniganj Stufe legt, werden lokale Mächtigkeiten von 2000 bis 3000 *m* angegeben. Dieses Mächtigkeitsverhältnis läßt annehmen, daß die Geosynklinale im Bereiche der festländischen vorderindischen Halbinsel wenigstens an einzelnen Stellen sich noch stärker vertiefte als im Bereiche des vom Meere überfluteten Himalaya und daß sie nur durch eine raschere und mächtigere Anhäufung von terrestrischen Sedimenten vor einer marinen Transgression bewahrt blieb. Besonders auffallend ist der Kontrast zwischen der kontinentalen Trias von Rajputana und der marinen Trias der Salt Range, die 100 *m* wohl nirgends überschreitet. Schon Koken betont, daß das Meer in der Umgebung der Salt Range stets flach blieb. Als ein solches Flachmeer, allerdings von einzelnen tiefen Rinnen und Trögen unterbrochen, werden wir uns wohl die triadische Tethys überhaupt vorzustellen haben.

Auf die große Bedeutung der im Gegensatze zu den modernen Weltmeeren WO gerichteten Erstreckung der Tethys für die Verbreitung der mesozoischen Meerestiere hat kürzlich W. Sörgel[2] hingewiesen. Er schreibt dabei den OW gerichteten äquatorialen Meeresströmungen, »die in der gleichfalls OW gerichteten Längsachse der Tethys einen gewaltigen Auslauf fanden«, eine gewichtige Rolle zu, da

[1] Vergl. die Kontroverse über die jurassischen Radiolarienschichten und Hornsteinbreccien des Sonnwendgebirges zwischen Wähner und Ampferer (Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. LVIII, 1908, p. 281).

[2] W. Sörgel: Lias und Dogger von Jefbie und Fialpopo. Neues Jahrb. f. Mineral., Beil. Bd. XXXVI, 1913, p. 641.

sie eine rasche Ausbreitung des Meroplanktons, der passiv wandernden Arten, ermöglichten. Es müssen daher seiner Meinung nach die Faunen der mesozoischen Meere — zum mindesten des Äquatorialgürtels — eine in stärkerem Maße weltweite Verbreitung besessen haben als jene des heutigen Indo-Pazifischen Faunengebietes.

Zwei Tatsachen dürfen allerdings nicht übersehen werden. Einmal mußte die zerlappte Form der Tethys mit ihren zahlreichen Inseln und engen Meeresstraßen die Kraft der Strömungen verhältnismäßig bald brechen, diese eventuell sogar aus ihrer ursprünglichen Richtung vollständig ablenken. Zweitens haben wir gewichtige Gründe für die Annahme eines Faunenaustausches innerhalb der Tethys nicht nur in der Richtung von Osten nach Westen, wie ihn Sörgel annimmt, sondern auch in umgekehrter Richtung vom Mediterranen zum Himamalayischen Reich. Das Triasgebiet der Ostalpen ist ein dem Himalaya oder den Sundainseln mindestens gleichwertiges Entwicklungszentrum gewesen. Auch wird man die Annahme nicht umgehen können, daß an der westlichen Pforte der Tethys eine Strömung aus dem Atlantischen Ozean in diese eintrat, da ja der Golfstrom an der den Atlantik vom Skandik während der Trias wenigstens zeitweise trennenden Landbrücke zu einem Teile nach Südosten abgelenkt worden sein muß.

III. Das Pazifische Randmeer.

Dem heutigen Umriß des Pazifischen Ozeans entspricht im großen Ganzen ein triadisches Geosynklinalmeer, dessen Spuren von Neuseeland über Neu-Caledonien, die Molukken, Shikoku, Honshiu, die Bai Peters des Großen bei Wladiwostok, die Mamga-Bucht am Ochotskischen Meer, die Halbinsel Alaska, dem nordamerikanischen Küstensaum entlang bis Nieder-Californien, endlich durch Columbia und Peru bis zum 12. Grad s. Br. sich verfolgen lassen.

Von Tonkin bis zu den Schantar-Inseln hat das Meer den heutigen asiatischen Kontinent nur an einer Stelle, in der Umgebung von Wladiwostok, berührt. Die triadische Transgression hat hier das Festland früher erreicht als die japanischen Inseln, die während der Untertrias mit dem Kontinent in fester Verbindung waren. Erst zur Zeit der anisischen Stufe bespülte der Pazifische Ozean gleichmäßig die Gestade am Golf Peters des Großen und an der Bucht von Sendai. Im ganzen Norden, von der Mamga-Bucht bis Vancouver, beginnt die Transgression erst mit der karnischen und erreicht ihre maximale Ausdehnung während der norischen Stufe. Dieselbe Transgression vollzieht sich in der Südhälfte des Pazifischen Ozeans, in Neu Caledonien, Neuseeland und Peru, wo bisher nirgends ältere Ablagerungen als solche der Obertrias angetroffen worden sind. In Australien herrschte wie in Vorderindien während der ganzen Triasperiode ein kontinentales Regime. Ob Neu-Caledonien und Neuseeland während der Unter- und Mitteltrias Teile des australischen Festlandes oder wie heute Inseln waren, läßt sich natürlich nicht entscheiden. Die skythische Transgression am Golf Peters des Großen findet auf der westlichen Hemisphäre erst in derselben geographischen Breite ihr Gegenstück in dem Ingressionsmeer der Californischen See.

Die Sedimente des Pazifischen Randmeeres sind durchaus küstennahe Bildungen. Auch die anisischen Caphalopodenkalke von Inai können trotz der eigentümlichen Erhaltungsweise der Ammonitengehäuse nicht als landferne Absätze größerer Meerestiefen angesprochen werden. Terrigene, vielfach grobklastische Bildungen herrschen vor. Nur in Alaska und wohl auch in den Felsengebirgen Britisch Columbias ist es gelegentlich zur Ablagerung mächtiger, reiner Kalkmassen gekommen. Die Schiefer und Sandsteine der norischen Stufe sind reich an eruptivem Material. Wie in der Gegenwart scheint auch zur Zeit der Obertrias der Pazifische Ozean von einem Feuerkranz von Vulkanen umgürtet gewesen zu sein.

Anhänger der Lehre von der Permanenz der Ozeane und Kontinente erblicken in dem Nachweis eines dem Umriss des heutigen Pazifischen Ozeans in seinen Hauptzügen folgenden triadischen Randmeeres einen Beweis für die Existenz des Pazifischen Ozeans selbst. Daß die Vorstellung eines solchen von den Sundainseln bis zur Küste von Zentralamerika sich erstreckenden, ununterbrochenen Weltmeeres der mesozoischen Ära keine allgemeine Zustimmung findet, ist bekannt.

Wohl hat bereits Neumayr[1] die Annahme eines großen Polynesischen Kontinents für die Juraperiode abgelehnt und nur den Bestand einiger größerer Inseln in dem schon damals fast die halbe Erde umspannenden Stillen Ozean zugegeben, aber seit dem exakten Nachweis einer Südpazifischen Landmasse gegenüber der chilenischen Küste durch Burckhardt[2] hat die Vorstellung von der Existenz eines ausgedehnten, die Mitte des heutigen Pazifischen Ozeans einnehmenden mesozoischen Kontinents immer mehr Anhänger gefunden. Ihr Hauptvertreter ist wohl E. Haug,[3] der allerdings aus rein theoretischen Gründen zu der Annahme eines Kontinents auf der Innenseite der zirkumpazifischen Geosynklinale gelangte, weil seiner Meinung nach solche Geosynklinalen als labile Regionen der Erdrinde mit starker Sedimentanhäufung größeren Kontinentalmassen zwischengelagert sein müssen.

Für eine Entscheidung der Frage der Existenz eines Pazifischen Kontinents der mesozoischen Ära vermögen Studien über die Verbreitung der marinen Trias kein neues Material beizubringen. Ich kann daher an dieser Stelle nur einige allgemeine Gründe gegen Haug's Meinung ins Feld führen. Was über Burckhardt's Nachweis einer Landmasse im Westen von Chile, soweit er durch geologische Gründe gestützt wird, hinausgeht, ist rein hypothetische Vermutung. Diesen Eindruck gewinnt man auch aus Dacqué's letzter zusammenfassender Darstellung der Frage.[4] Burckhardt's Nachweis aber ergibt nur die Notwendigkeit der Annahme einer den Andes parallel gelagerten Insel zwischen dem 25. und 40. Grad s. Br., keineswegs jene eines ausgedehnten Südpazifischen Kontinents, dessen Nordrand entlang ein Faunenaustausch zwischen Südamerika und Zentralasien zur Zeit des Oberjura stattgefunden haben soll.[5] Die krystallinischen Kerne auf einzelnen polynesischen Inseln rechtfertigen keinesfalls die Annahme des Bestandes größerer mesozoischer Landmassen. Für die Trias, aus der wir marine Ablagerungen in Südamerika über den 12. Grad s. Br. hinaus nicht kennen, mag vielleicht eine größere Breitenerstreckung des brasilischen Kontinents nach Westen vorausgesetzt werden. In diesen westlichsten Teil von Brasilia drang dann das andine Meer des Lias in einem schmalen Golf von N und S her ein.

Theoretische Erwägungen, wie sie für Haug bei seiner Aufstellung eines Pazifischen Kontinents allein maßgebend waren, führen bei der Behandlung paläogeographischer Probleme fast stets zu widerstreitenden Resultaten. Man könnte beispielsweise ebensogut zu ermitteln versuchen, ob der Rauminhalt der mesozoischen Meere bei der Annahme eines ausgedehnten Pazifischen Kontinents für die Aufnahme eines dem heutigen gleichen Wasserquantums genügend groß ausfallen würde.[6] Es könnte ferner die Frage aufgeworfen werden, ob der Landgewinn durch Trockenlegung und Auffaltung alter Ingressionsmeere seit der kambrischen Periode den Verlust, den die Festländer durch den Einbruch unter den Meeresspiegel hinab erlitten haben, ausgleicht oder nicht,[7] ob die Ozeane des Mesozoikums von gleicher oder geringerer Tiefe gewesen seien als heute, zu deren Begründung jedoch biologische Argumente wie jene aus dem abyssischen Charakter der Fischfauna der Gegenwart kaum herangezogen werden dürften,[8] und man könnte auf dem Wege solcher Untersuchungen ebenso viele Stützen für als gegen eine Permanenz der großen Weltmeere, insbesondere des Pazifischen Ozeans, finden.

---

[1] M. Neumayr: Die geographische Verbreitung der Juraformation. Denkschr. kais. Akad. Wissensch. Wien, math. nat. Kl. L. 1885, p. 121.

[2] C. Burckhardt: Beiträge zur Kenntnis der Jura- und Kreideformation der Cordillere. Palaeontographica, L, 1903, p. 128, 136.

[3] E. Haug: Les géosynclinaux et les aires continentales. Bull. Soc. géol. de France, 3. sér., T. XXVIII, 1900, p. 617, 657.

[4] E. Dacqué: Die Stratigraphie des marinen Jura an den Rändern des Pazifischen Ozeans. Geol. Rundschau, II, 1911, p. 493.

[5] Auch K. Andree (Über die Bedingungen der Gebirgsbildung, Berlin, 1914, p. 25—27) hält den Pazifischen Kontinent Haug's für vollkommen hypothetisch.

[6] Vergl. Th. Arldt: Paläogeographische Fragen. Geol. Rundschau, III, 1912, p. 931—11.

[7] Die letztere Meinung wird bekanntlich von E. Suess (Das Leben, Mitteil. Geol. Ges. Wien, II, 1909, p. 148) vertreten.

[8] O. Abel (Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart, 1912, p. 452) führt den jugendlichen Charakter der rezenten Tiefseefische auf eine durch die Eiszeit des Quartärs bedingte einschneidende Veränderung der Lebensbedingungen in den abyssischen Tiefen zurück. Gegen den Bestand dieser Tiefen selbst vor der Quartärzeit lassen sich demnach biologische Argumente kaum verwerten.

Von allen theoretischen Erwägungen absehend, müssen wir daher die Tatsache in den Vordergrund stellen, daß für die Annahme eines Pazifischen Kontinents während der Triaszeit keinerlei positive Argumente vorliegen.

IV. Die Californische See.

Die Californische See entspricht einer Erweiterung des Pazifischen Randmeeres der Triasperiode das vom Puget Sound über Oregon, Wyoming, Idaho, Nevada und Californien in die Region der nordamerikanischen Felsengebirge eingriff. Trotz seiner relativ beschränkten Ausdehnung zeichnet sich dieses Triasgebiet durch die vollständige Entwicklung der marinen Sedimente und das Auftreten reicher, eigenartiger Faunen aus. Nach beiden Richtungen hin übertrifft es erheblich die Triasablagerungen im ganzen Bereiche des Pazifischen Randgürtels. Allerdings fehlen auch hier die auf die Tethys beschränkten bathyalen Absätze vom Typus der Hallstätter Kalke.

Die Transgression erreicht in der Californischen See ihr Maximum zur Zeit der skythischen Stufe, wie in Zentralasien und im Äthiopischen Mittelmeer, nicht in der karnischen und norischen Epoche, wie sonst allenthalben in der Umrandung des Pazifischen Ozeans. Indessen ist die Abnahme der Wasserbedeckung im westlichen Teile der Vereinigten Staaten während der auf die skythische Stufe folgenden Epochen der Trias keine erhebliche gewesen. Jedenfalls fehlen hier innerhalb der Triasperiode jene großen Unterschiede in der Verbreitung der einzelnen Stufen, wie sie beispielsweise die räumliche Verbreitung des Lias gegenüber jener des Oberjura charakterisieren.

Die Grenze der Meerestransgression läßt sich im westlichen Teile der Vereinigten Staaten von Amerika mit hinreichender Schärfe durch die Verbreitung der »Red beds« fixieren. Die bunten Sandsteine, Schiefer und Tone der Red beds treten in einer breiten Zone in den Vorbergen am Ostabhang der Rocky Mountains zutage, sind aber auch innerhalb der letzteren verbreitet und reichen nach Osten tief in die Prärielandschaften des Mississippi und des Rio Grande del Norte hinein. Man findet sie in Wyoming von den Laramie Mountains bis zur Windriver Kette, im östlichen Utah, im westlichen Colorado, im nördlichen New Mexiko, im südwestlichen Kansas, im Territorium Oklahoma, im nördlichen und westlichen Texas.

In den tiefsten Schichten der Red beds von Texas sind Einschaltungen von Bänken mit Meereskonchylien häufig. Sie überwiegen sogar nach Gordon's[1] Mitteilungen im Albany-Distrikt. Die tiefere Abteilung der Red beds enthält nach White eine Flora des Rotliegenden und ist permischen Alters. Sie lagert konkordant über den marinen Schichten der pennsylvanischen Stufe. Ihre Mächtigkeit beträgt im nördlichen New Mexiko, wo die ganze Serie der Red beds am vollständigsten entwickelt ist, etwas weniger als 300 *m*. Case[2] glaubt, daß der größte Teil dieser permischen Red beds aus den Absätzen von Flüssen aufgebaut worden und entweder in alten Deltas oder in seichten, zum Flußgebiet gehörigen Küstenstrichen zur Ablagerung gelangt sei. Der wechselnde Charakter der Ablagerungen der Clear Fork-Stufe weist teils auf enge Rinnsale mit reissenden Strömungen, teils auf weite, flache Lagunen hin. Jedenfalls treten schon zur Permzeit entlang dem ganzen Ostabhang der Rocky Mountains lagunäre, limnische und fluviatile Sedimente an Stelle der Meeresablagerungen in der Mississippi-See.

Die höhere, durch ihre Landwirbeltierfauna als triadisch gekennzeichnete Abteilung der Red beds enthält keine marinen Einschaltungen mehr. Gelegentlich treten Süßwassermuscheln (*Unio* in den oberen Red beds von New Mexiko) auf.[3] Über den Red beds mit der Wirbeltierfauna des Keupers liegen noch 150 bis 300 *m* mächtige Massen fossilleerer roter Schichten mit Kappen von Gips, die bald zur Trias bald

---

[1] C. H. Gordon: The Wichita formation of Northern Texas. Amer. Journ. of Geology, Chicago, XIX, 1911, p. 110—134.

[2] C. Case: Character of the Wichita and Clear Fork division of the permian Red beds of Texas. Bulletin Amer. Museum Nat. Hist. 1907, Vol. XXIII, Art. XXIX, p. 659—664.

[3] S. W. Williston and C. C. Case: The permocarboniferous of Northern New Mexico. Amer. Journ. of Geol. Chicago XX, 1912, p. 1—12.

zum Jura gezählt werden und ein kontinentales Regime im Osten des Verbreitungsgebietes der marinen Obertrias der Californischen See außer Zweifel stellen.

Vor kurzem hat allerdings Hennig[1] in Anlehnung an ältere Meinungen und im Widerspruch mit der hier vertretenen Auffassung, die sich an jene Philippi's[2] anschließt, die Red beds nicht als kontinentale, sondern als Ablagerungen einer Flachsee angesprochen und ihre bunte Färbung auf den Laterit des unterlagernden festländischen Grundgebirges zurückzuführen versucht. Allein selbst wenn man sich dieser Auffassung anschließen wollte, würde man über die Notwendigkeit der Annahme des Bestandes einer großen Kontinentalmasse im Osten der Californischen See nicht hinwegkommen, da auch in diesem Falle die Red beds nur als Randbildungen einer solchen gedeutet werden könnten.

Der Rückgang des Meeres im Bereich der Californischen See am Ende der skythischen Epoche und der Eintritt eines kontinentalen Regimes spricht sich am deutlichsten in Idaho aus, wo die Red beds unmittelbar über den fossilreichen Meekoceras beds folgen, also keinem festländischen Grundgebirge ihren Lateritgehalt entnehmen konnten, und wo eine marine Transgression erst wieder zur Zeit des Lias platzgreift.

V. Der Poseidon.

Der Bestand des Atlantischen Ozeans während der Triasperiode läßt sich nicht wie jener des Pazifischen Randmeeres aus der Verbreitung mariner Sedimente entlang den heutigen Küsten erweisen. Im Gegenteil sind diese Küsten fast allenthalben von Festlandsablagerungen der Triasformation begleitet. Das ist der Fall in Carolina, Virginia, Massachussets und den Neuenglandstaaten auf der amerikanischen, in Spanien, dem nördlichen Portugal und in Großbritannien auf der europäischen Seite des Atlantik. An das heutige Ufer desselben tritt das Muschelkalkmeer in Westeuropa nirgends heran. Nicht einmal die Meeresablagerungen der Tethys lassen sich über den Innenrand der betischen Cordillere nach Westen verfolgen. Nur in der marokkanischen Schauîah begegnen wir der marinen Trias am atlantischen Abhang des nordafrikanischen Atlas.

Das ehrwürdige Alter des Pazifischen Ozeans ist durch E. Suess zur allgemeinen Anerkennung gelangt. Das jugendliche Alter des atlantischen Küstenumrisses ist oft als gleichbedeutend mit einem jugendlichen Alter des ganzen atlantischen Beckens erachtet worden. Selbst unter jenen Paläogeographen, die wie Haug und Kossmat die Existenz eines Poseidon als eines Verbindungsstückes zwischen der mesozoischen Tethys und dem Pazifischen Ozean anerkennen, beschränkten die meisten dessen Umfang auf einen verhältnismäßig kleinen Teil des Atlantischen Ozeans, indem sie an Stelle des letzteren im Norden und Süden große zusammenhängende Landmassen setzen, von denen die eine Laurentia mit Eurasia, die andere Brasilia mit Afrika verbindet. Das ist zum Beispiel das Bild der Erdoberfläche, das — mit starken Veränderungen im einzelnen natürlich — Koken aus der Permzeit, Haug und A. de Lapparent aus der Trias, Uhlig aus der Juraperiode geben. Im Gegensatz zu ihnen treten Schuchert und Bailey Willis für die Permanenz aller großen Meeresbecken, auch des Atlantischen Ozeans, ein.

Eine Antwort auf die Frage nach der Existenz eines triadischen Poseidon und seiner mutmaßlichen Ausdehnung läßt sich nur aus den Beziehungen der Marinfaunen des Andinen Reiches zu jenen der Tethys einerseits, der Landfaunen Laurentias zu den eurasiatischen, Indo-Afrikas zu jenen Brasilias andererseits schöpfen. Aus dem Studium der Literatur könnte man zu der Vermutung gelangen, daß die Untersuchung der Marinfaunen keine unzweideutige Antwort gestattet. Noch 1909 hat sich Steinmann[3] und zwei Jahre später G. v. Arthaber[4] gegen eine atlantische Verbindung zwischen dem mediterranen Anteil der Tethys und der pazifischen Region ausgesprochen. Noch weiter ging J. F. Pompeckj[5], der

[1] Hennig: Die Red beds. Ein Beitrag zur Geschichte der bunten Sandsteine. Geol. Rundschau. IV, 1913, p. 228—244.

[2] Lethaea mes. I, 1, p. 93.

[3] G. Steinmann: Keine marine Trias in Südamerika. Centralblatt f. Min., 1909, p. 3.

[4] G. v. Arthaber: Die Trias von Albanien. Beiträge z. Paläont. u. Geol. Österr. Ungarns etc. XXIV, 1911, p. 261.

[5] J. F. Pompeckj: Die Meere der Vorzeit. Göttingen, 1909, p. 10—12.

keinerlei zwingende Beweise für die Existenz eines den Atlantik querenden Meeres zur Zeit der Trias und des Lias anerkennt und bezweifelt, daß selbst das Liasmeer erheblich über die heutigen Küsten des westlichen Europa nach Westen hinausgegangen sei. Der Bestand eines Meeresraumes im mittleren Atlantik erscheint ihm erst für die Zeit des Oberjura durch die von Henning[1] von der Capverdeninsel Mayo beschriebenen Aptychen sichergestellt.[2]

G. v. Arthaber geht von der reichen Vertretung der Gattung *Columbites* in der skythischen Fauna von Kčira aus, betrachtet diese jedoch noch nicht als einen vollgültigen Beweis für eine westwärts gerichtete Ausdehnung der Tethys bis Idaho. Auch J. P. Smith[3] hat die gleichmäßige Verbreitung von *Columbites* in Albanien und Idaho nicht als Beweis einer direkten Meeresverbindung beider Verbreitungsgebiete angesehen, da er dieser Gattung — allerdings ohne zureichende Gründe — eine boreale Herkunft zuschrieb und demgemäß annahm, daß sie aus dem Arktischen Meer sowohl nach Europa als nach Nordamerika eingewandert sei.

Die Fauna des Andinen Reiches liefert jedoch so zahlreiche andere Beweise für ein Eindringen mediterraner Elemente in dasselbe von Osten her, daß ich es für unmöglich halte, sich dem Gewichte derselben zu entziehen. Die meisten dieser Beweisgründe sind bereits von J. P. Smith erkannt und in ihrer Bedeutung voll gewürdigt worden. Es genügt, hier das Wesentliche noch einmal kurz zusammenzufassen. Einzelheiten mag man in dem vierten Abschnitt dieser Arbeit nachlesen.

Die Cephalopodenfauna der oberskythischen Tirolites beds in Idaho trägt ein vollständig mediterranes Gepräge im Gegensatz zu den Meekoceras beds im Liegenden und entbehrt jeder Beimischung himamalayischer Elemente, wie sie vorhanden sein müßten, wenn diese Fauna auf dem Umwege über Indien nach Idaho gekommen wäre. In den anisischen Faunen des Humboldtkalkes in Nevada ist der mediterrane Einschlag wesentlich stärker als der himamalayische. In den oberkarnischen Trachyceras beds Californiens finden sich die drei dem Himamalayischen Reich fremden mediterranen Ammonitengenera *Homerites, Hauerites* und *Metasibirites*. Auch in der Artenliste überwiegt der mediterrane Einfluß. Die Korallenfauna der alpinen Zlambach Schichten, die allerdings kürzlich auch im Himamalayischen Reich aus Portugiesisch Timor durch Vinassa de Regny bekannt geworden ist, erscheint im oberen Hosselkus limestone von Californien, Oregon und Nevada wieder und verbreitet sich dem pazifischen Rande entlang bis Cooks Inlet in Alaska. Es ist jedoch wichtig, festzustellen, daß unter den Zlambachkorallen der letzteren Lokalität sich keine einzige mit der obertriadischen Korallenfauna von Timor identische Spezies befindet und daß die alpinen Arten auch im Gebiet der Californischen See über die dem Himamalayischen und Mediterranen Reich gemeinsamen Formen überwiegen.

Alle diese Tatsachen sind nur unter der Annahme einer atlantischen Verbindung der Californischen See mit der mediterranen Tethys verständlich. Sie bleiben unerklärlich unter der Voraussetzung, daß dem Mediterranen Reich für den Faunenaustausch mit dem Andinen nur der Weg über Ostindien und den Pazifischen Randgürtel zur Verfügung stand.

G. v. Arthaber hat auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die der Annahme einer atlantischen Verbindung Californiens mit dem Mediterrangebiet aus der Tatsache erwachsen, daß das letztere »im Westen, das heißt in Algerien, der iberischen Halbinsel und in Südfrankreich, nur kontinentale[4] Triasbildungen aufweist,« und bezweifelt daher, daß die Tethys das Gebiet des heutigen Atlantischen Ozeans erreicht habe. Auch Kossmat[5] hat diese Schwierigkeit empfunden, indem er hervorhob, daß Flachsee- und Lagunenbildungen nach Art der mittel- und westeuropäischen die Mittelmeerprovinz der Trias förmlich gegen den Atlantischen Ozean abgrenzten, während im Karbon noch vollkommen freie Verbindung

---

[1] Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. LXV, 1913, p. 151.

[2] J. F. Pompeckj: Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Stuttgart, 1914, p. 47.

[3] J. P. Smith: The distribution of Lower Triassic faunas. American Journ. of Geol. Chicago, XX, 1912, p. 13—20.

[4] Besser »Binnenmeerische«.

[5] F. Kossmat: Paläogeographie. Samml. Göschen, Leipzig, 1908, p. 73.

bestanden hatte. Die gleiche Ansicht äußerte Pompeckj, der sich insbesondere auf Wurm's Untersuchungen über die Trias der iberischen Halbinsel stützt. Ich selbst habe in meiner kleinen Schrift: »Über die Konstanz einiger Hauptgrenzen der marinen mesozoischen Reiche« den Stand des Problems folgendermaßen charakterisiert: [1]

»Einer befriedigenden Erklärung der engen faunistischen Beziehungen der nordwestamerikanischen Trias zur mediterranen stehen Schwierigkeiten gegenüber, die vorläufig noch keinen gangbaren Ausweg erkennen lassen. Das mediterrane Faunenreich ist an seinem westlichen Ende derart von einer fast geschlossenen neritischen Randzone (Germanische Triasentwicklung) umgeben, daß es nicht möglich erscheint, einen Ort anzugeben, wo eine freie Verbindung der Tethys mit dem atlantischen Gebiete nach den Antillen hinüber stattgefunden haben soll. Und doch ist eine solche freie Verbindung die unerläßliche Bedingung für einen Faunenaustausch, wie er in der jüngsten Epoche der skythischen und während der anisischen Stufe zwischen den Alpen und dem nordwestlichen Amerika erfolgt sein muß, da er auf dem Umwege über Indien aus schwerwiegenden Gründen nicht erfolgt sein kann.«

Ein Ausweg aus diesen Schwierigkeiten scheint mir heute immerhin möglich. In dem zweiten Abschnitt dieser Arbeit konnte gezeigt werden, daß der binnenmeerische Ring am Westende der Tethys wahrscheinlich nicht vollständig geschlossen war, daß die offene Tethys mindestens die betische Cordillere erreicht hat und daß auch der Charakter der Rhätbildungen in der Schauîa Marokkos mehr ein alpiner als ein mitteleuropäischer ist. So wie heute dem Mittelländischen Meer stand also wohl auch der triadischen Tethys eine allerdings nur schmale und bescheidene Pforte zum Atlantischen Ozean zur Verfügung. Daß auch eine solche für einen intensiven Faunenaustausch ausreicht, lehrt die Übereinstimmung unserer rezenten Molluskenfauna des Mittelmeeres mit jener der Lusitanischen Provinz an den Küsten Portugals und Westafrikas.

Der Weg, auf dem die Verbindung des Poseidon mit der Californischen See über den Nordamerikanischen Kontinent erfolgte, ist durch die Meeresablagerungen der karnischen Stufe bei Zacatecas in Mexiko einerseits, durch die terrestrische Trias von Texas und Sonora andererseits angedeutet. Ob eine zweite direkte Verbindung zwischen dem Poseidon und dem andinen Triasgebiet von Columbien und Peru bestand oder ob das letztere nur dem Pazifischen Rande entlang mit der Californischen See kommunizierte, läßt sich gegenwärtig noch nicht entscheiden. Das südliche und nordwestliche Mexiko und Zentralamerika waren während der Triasperiode unzweifelhaft Festland. Pflanzenführende Schichten der rhätischen Stufe, die von fossilleeren Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln limnischer oder terrestrischer Natur unterlagert werden (Stufe von Todos Santos Sapper's, Barranca Stufe Dumble's) [2], sind aus Sonora durch Aguilera, [3] aus Chiapas durch Boese, aus Honduras durch Sapper bekannt geworden. Das rhätische Alter der Pflanzenreste aus Honduras, das zuerst von Newberry ausgesprochen, später jedoch in Zweifel gezogen worden ist, hat Knowlton [4] auf Grund einer neuen Untersuchung der Flora bestätigt. Auffallend ist die nahe Übereinstimmung der letzteren sowohl mit der Flora der tropischen Rajmahal Schichten Vorderindiens als auch mit jener von Bjuf in Schonen (Südschweden).

Während der Nachweis der Existenz eines triadischen Poseidon als eines atlantischen Verbindungsstückes der Tethys mit der Californischen See mindestens vom Oberskythikum an aus den faunistischen Beziehungen beider Regionen erbracht werden kann, ist den Vermutungen über die Ausdehnung dieses Poseidon ein weiter Spielraum geöffnet. Hier stoßen wir auf die Frage des Bestandes eines Nord- und Südatlantischen Kontinents während der Triasperiode, wie ihn Neumayr, Haug und Uhlig für die Juraperiode bei ihren Rekonstruktionsversuchen der Verteilung von Meer und Festland zur Darstellung gebracht haben.

---

[1] C. Diener, Mitteil. Geol. Ges. Wien, V, 1912, p. 16.

[2] Literatur in Lethaea mes. I/4, p. 500 ff.

[3] J. G. Aguilera: Aperçu sur la géologie du Mexique pour servir d'explication à la carte géol. de l'Amérique du Nord. C. R. Congrés géol. internat. X. Mexico, 1906/07, p. 231.

[4] Bailey Willis: Index to te stratigraphy of North America. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. 71, Washington, 1912, p. 502.

Eine obertriadische Landverbindung zwischen Eurasia und Laurentia steht fest. Die schon während des Oberkarbon erfolgte Einengung des Meeres im Mississippigebiet Nordamerikas hat während der Permzeit weitere Fortschritte gemacht. Marines Oberperm beschränkt sich in seiner Verbreitung auf die westlichen und südlichen Staaten der Union, wo in Texas die Guadaloupian series die mächtigste bisher überhaupt auf der Erde bekannte Vertretung dieser Formation in mariner Ausbildung darstellt. Am Ende der Permzeit ist das Meer nach Schuchert in Nordamerika auf ein Prozent des Gesamtareals dieses Kontinents eingeengt worden. Die Transgression der unteren Trias beschränkt sich auf die Weststaaten. In der ganzen Mitte und im Osten dauert das kontinentale Regime an. Ablagerungen kontinentalen Charakters sind im Vorlande der Rocky Mountains und in diesen selbst die »Red beds«, die vom Perm bis in den Lias hinaufreichen, in den Oststaaten das 1000 bis 3000 *m* mächtige Newark System mit seinen gewaltigen Massen von Ergußgesteinen.

Die permische Abteilung der Red beds enthält eine sehr reiche Fauna von Landwirbeltieren. Sowohl die Stegocephalen als die Reptilien tragen ein durchaus eigenartiges Gepräge. Die Zahl der Formen, die zu europäischen Typen Beziehungen erkennen lassen, ist gering und nach dem Urteil eines ausgezeichneten Kenners der Permformation von Texas, S. W. Williston,[1] auf solche beschränkt, die ohne Schwierigkeit auf oberkarbonische Vorläufer zurückgeführt werden können. Der Charakter der permischen Landwirbeltierfauna von Texas spricht daher nicht für den Bestand einer atlantischen Landbrücke, die gewiß zur Zeit des Oberkarbon vorhanden war, später jedoch unterbrochen zu sein scheint.

Die nächst jüngere Landfauna Nordamerikas ist eine typische Keuperfauna. Sie ist am reichsten vertreten im Newark System von Connecticut, Massachussets, Pennsylvania, Nordcarolina und Virginia. Lull[2] hat kürzlich eine ausführliche Zusammenstellung der Fauna des Connecticut Sandsteins gegeben. Neben Insektenlarven, einer kleinen *Estheria* und zwei eigenen Arten von *Unio*[3] sind 16 Fische, darunter 11 *Semionotidae*, und 8 Reptilspezies aus demselben bekannt. Aber dieses Bild des triadischen Tierlebens ist sehr unvollständig, da unter den Fährten mindestens 98 verschiedene Fußspuren von Tetrapoden und 52 Kriechspuren von Invertebraten vorliegen. Triadische Wirbeltiere sind ferner in den Red beds von Wyoming durch Williston und Branson, im nordöstlichen Utah durch Lukas, im westlichen Colorado durch Cross, in New Mexiko durch Cope und Schufeldt, in Texas durch Cope und Brown nachgewiesen worden.

In dieser Triasfauna finden wir keineswegs, wie man zu erwarten geneigt sein möchte, die Nachkommen der permischen Landwirbeltierfauna von Texas, sondern fast durchwegs Elemente, die generisch mit solchen aus dem europäischen Keuper übereinstimmen oder sich an diese anschließen lassen. *Labyrinthodontia, Aetosauridae, Phytosauridae, Thecodontosauridae* stellen sich hier ein und zeigen, daß die Isolierung der nordamerikanischen Landfauna während der Permzeit in der Obertrias ein Ende erreicht hat und daß in dieser Epoche ein neuer Zuzug von Stegocephalen, Reptilien und Süßwasserfischen aus Eurasien erfolgt ist. Auch das gleichzeitige Auftreten der ältesten Säugetiere in Europa und Nordamerika spricht in diesem Sinne, ebenso der enge Anschluß der Flora in den triadischen Kohlenflözen von Richmond in Ostvirginia an jene des Lunzer Sandsteins.[4]

Es erscheint daher gerechtfertigt, eine Überbrückung des Atlantik zur Zeit der Obertrias anzunehmen.[5] Die Lage dieser Landbrücke ist allerdings unbestimmt. Vielleicht lag sie zwischen dem Atlantik

---

[1] S. W. Williston: Faunal relations of early vertebrates. Amer. Journ. of Geology, Chicago, XVII, 1909, p. 389—402.

[2] S. Lull: The life of the Connecticut Trias. American Journ. of Science, XXXIII, 1912, p. 397—422.

[3] Zwei von Emmons zu *Posidonia* gestellte Reste aus Nordcarolina dürften nach Kittl (Monographie der *Halobiidae* und *Monotidae*, l. c., p. 17) eher Crustaceen zugehören.

[4] D. Stur: Die Lunzer (Lettenkohlen-) Flora in den »older mesozoic beds« of the coal-field of Eastern Virginia. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 1888, p. 203.

[5] Die Meinung von Th. Arldt (Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt, Leipzig 1907, p. 337), daß zur Keuperzeit Europa und Nordamerika jedenfalls getrennt gewesen sein müßten, weil *Allotheria* nur in Europa, *Pantotheria* nur in Nordamerika sich finden und außer den alten *Zanclodontidae* keine triadische Amniotenfamilie beiden Kontinenten gemeinsam sei, ist sonach zu berichtigen.

und dem Skandik de Geer's.[1] Jedenfalls darf mit Rücksicht auf die tiefgreifenden Unterschiede zwischen den permischen Landfaunen Eurasiens und Nordamerikas und das Fehlen einer europäischen Buntsandsteinfauna und Flora in Nordamerika mit der Möglichkeit eines Zusammenhanges des Poseidon mit dem arktischen Triasmeer der skythischen Epoche gerechnet werden.

Ein solcher Zusammenhang würde die mit der alpinen so außerordentlich nahe übereinstimmende Entwicklung der Werfener Schichten auf der Axel-Insel (Spitzbergen) erklären. Für die anisische Epoche ist eine solche Meeresverbindung zwischen Skandik und Atlantik im Hinblick auf die Verschiedenheit der Muschelkalkfaunen des Mediterranen Reiches und Spitzbergens nicht mehr anzunehmen.

Viel schwächer sind die Beweise zugunsten einer triadischen Landverbindung Südamerikas mit Afrika. Die meisten Paläogeographen zeichnen eine solche in breiter Front quer über den ganzen südlichen Teil des Atlantik. Ihre Vermutung gründet sich fast ausschließlich auf Argumente negativer Natur, nämlich auf das Fehlen mariner Triasbildungen an den Küsten Brasiliens und Westafrikas.

Daß Afrika mit Ausnahme der Atlasländer und vielleicht eines Teiles des Kongobeckens einerseits und der ganze östliche und südliche Teil Südamerikas andererseits während der ganzen Triasperiode Festland waren, steht außer Zweifel. In beiden Erdteilen haben wir ausgedehnte Ablagerungen kontinentaler Entstehung aus dieser Periode zu verzeichnen.

Die kontinentalen Bildungen der Perm- und Triasperiode in Südafrika, die unter dem Namen der Karoo-Formation zusammengefaßt werden, zeigen bekanntlich einen auffallenden Parallelismus mit der Gondwana-Formation Vorderindiens. Während über Einschaltungen mariner Schichten in der tiefsten Abteilung der Karoo-Formation noch einige Zweifel bestehen,[2] erscheint der festländische Charakter des triadischen Anteils dieser Formation heute wohl sichergestellt.[3] Die Festlandsfazies der Trias erstreckt sich in dieser Ausbildung über Südafrika, das Becken des oberen Kongo, den Nyassa- und Tanganyika-See[4] durch Deutsch-Ostafrika bis nach Britisch-Ostafrika.

Das einzige zweifelhafte Vorkommen von marinem Mesozoikum in Zentralafrika findet sich am oberen Kongo (Lualaba). E. Hennig hat kürzlich über dasselbe ausführlich berichtet.[5] Die bei Eisenbahnbauten in der Umgebung von Kilindi und Kindu entdeckten Fischreste (je eine neue Spezies von *Peltopleurus* und *Pholidophorus*, ferner ein zweifelhafter Rest von *Lepidotus*) hat Leriche[6] in die obere Trias verwiesen, indem er Cornet's[7] Lualaba Schichten den oberen Beaufort und Stormberg beds der Kapkolonie gleichstellte. Mag es sich hier wirklich um Fische aus der obersten Trias oder aus dem Jura, vielleicht aus beiden Systemen, handeln, jedenfalls muß mit der Möglichkeit einer tief in das Innere des afrikanischen Kontinents eingreifenden mesozoischen Meerestransgression in vorkretazischer Zeit ernstlich gerechnet werden. Da zwischen die triadischen und jurassischen Absätze des Äthiopischen Mittelmeeres und das Verbreitungsgebiet der zentralafrikanischen Lualaba Schichten eine breite Zone kontinentaler Karoo-Bildungen sich einschiebt, so könnte eine solche Transgression wohl nur vom Atlantischen Ozean ihren Ausgang genommen haben.

Wie Afrika war auch Brasilia während der Triasperiode ein Kontinentalgebiet. Eine wechselnde Serie von binnenländischen Ablagerungen hat sich seit der durch die ausgedehnte Transgression im

[1] De Geer: Kontinentale Veränderungen im Norden Europas. Petermann's Geograph. Mitteil., 58. Bd., 1912, p. 122.

[2] In Deutsch-Südwestafrika scheint nach Range (Geologie des deutschen Namalandes. Beiträge zur geol. Erforschung d. deutsch. Schutzgebiete, Heft 2, kgl. Preuß. Geol. Landesanst. Berlin, 1912, p. 29) eine solche marine Einschaltung mit *Conularia* und *Eurydesma* über dem glazialen Dwyka-Konglomerat allerdings erwiesen zu sein.

[3] Die Frage, ob die Karoo-Ablagerungen als Kontinentalbildungen anzusehen seien, ist zuletzt von Watson (The Beaufort beds of the Karoo system of South Africa, Geol. Magazine, London, 1913, p. 388—392) erörtert und in bejahendem Sinne entschieden worden.

[4] Ihr entspricht hier die »Tanganyika-Formation« Tornau's (Zur Geologie des mittl. u. westl. Teiles von Deutsch-Ostafrika. Beitr. z. geol. Erforschg. d. deutsch. Schutzgeb., Heft 6, Berlin, 1913, p. 32).

[5] E. Hennig: Über neuere Funde fossiler Fische aus Äquatorial- und Südafrika und ihre paläogeographische Bedeutung. Sitzungsber. Gesellsch. naturforsch. Freunde Berlin, 1913, Nr. 7, p. 305—319.

[6] M. Leriche: Les poissons des couches du Lualaba, Congo Belge. Revue géol. Afr. T. I., Bruxelles, 1911.

[7] J. Cornet: Sur l'age des couches du Lualaba. Annuaire Soc. géol. Belge, 1912, p. 3.

Amazonasgebiet gekennzeichneten Zeit des Oberkarbon und Perm auf der alten Landoberfläche abgesetzt. Sie beginnt mit groben Arkosen, die bald feineren gelben Sandsteinen weichen. In schieferigen Einlagerungen dieser Sandsteine liegen die reichen obertriadischen Floren der Antikordillere, der Sierra Famatina und der pampinen Sierren Argentiniens.[1] Noch weiter verbreitet sind ältere Floren mit *Glossopteris*.[2]

Obwohl Koken (l. c., p. 526) die engen floristischen Beziehungen zwischen Südamerika und Südafrika anerkennt, verschließt er sich doch nicht den Bedenken, die gegen eine Verbindung beider Festländer in breiter Front, beziehungsweise gegen den Bestand eines riesigen Äquatorialkontinents sprechen. Mit Recht betont er die Abwesenheit von Wüstenbildungen in der Karoo- und Gondwana-Formation und in den flözführenden Perm- und Triasablagerungen der Brasilischen Masse. »Sie alle setzen im Gegenteil reichliches Wasser, Flußniederungen, Sumpf- und Seedistrikte voraus und weder die Fauna noch die Flora verrät etwas von der Herrschaft eines kontinentalen Klimas.« Er weist sogar auf die Möglichkeit hin, daß Brasilien seine Gondwana-Flora von Westen her über Neuseeland und einige pazifische Inseln erhalten haben könnte.

Ebensowenig vermag J. D. Haseman[3] in der permischen Reptilienfauna und den Gondwanafloren einen Beweis für eine ehemalige Landverbindung Brasiliens mit Afrika zu erblicken, obwohl er im Widerspruch mit Koken die Gangamopteris-Flora für eine Flora trockener Hochländer hält und deren Urheimat überhaupt nicht auf der südlichen Halbkugel sucht.

Auch D. White[4] spricht sich gegen die Überbrückung des südatlantischen Ozeans durch ausgedehnte Festlandsgebiete während der Perm- und Triasperiode aus und erblickt in einem vergrößerten Antarktischen Kontinent das Verbindungsstück zwischen den einzelnen Teilen seiner *Gangamopteris*-Provinz.

Ich schließe mich dieser Auffassung, durch die die triadische Landbrücke zwischen Afrika und Brasilien, wie ich sogleich zeigen werde, sehr erheblich reduziert und ein den modernen Verhältnissen nahekommendes Bild gewonnen wird, aus den folgenden Gründen an.

Positive Beweise für eine zeitweilige Landverbindung zwischen Südafrika und Brasilia in der Perm- und Triasperiode liegen in dem Auftreten einer übereinstimmenden Landfauna, wie sie die Karoo- und Gondwana-Formation charakterisiert, nicht vor. Beiden Regionen gemeinsam und auf sie beschränkt ist nur die eigentümliche permische Reptilordnung der *Proganosauria*, die aber wahrscheinlich, wie die *Nothosauridae*, ursprünglich litorale Meerestiere gewesen sind. Ferner vermutet F. v. Huene[5] engere Beziehungen zwischen *Erythrosuchus* Broom aus der Trias Südafrikas und *Scaphonyx* Woodw. aus der angeblichen Trias von Rio Grande do Sul, indem er für beide Genera die besondere Ordnung der *Pelycosimia* errichtet. Damit ist alles erschöpft, was sich auf Grund der Fauna der Landwirbeltiere zugunsten einer südatlantischen Landbrücke anführen läßt.[6]

Ein stärkeres Argument liefert die Ausbreitung der Uitenhage-Trigonienfauna von Cutch über Mozambique bis zur argentinischen Cordillere und Malone in Texas. Die südandine Trigonienfauna des

---

[1] Die größte Verbreitung scheint nach Keidel (Die staatliche geologische Untersuchung in Argentina. C. R. Congrès géol. intern. Stockholm, 1912, p. 1132) die rhätische Flora zu besitzen.

[2] Der Triasformation gehört wahrscheinlich auch ein mächtiger Komplex versteinerungsleerer Sandsteine in Uruguay und Parana an, der durch die Einschaltung von Laven an das Newark System in den atlantischen Küstenstaaten Nordamerikas erinnert.

[3] J. D. Haseman: Some factors of geographical distribution in South America. Ann. New York Acad. of sci. XXII. p. 9—112.

[4] D. White: Permocarboniferous climatic changes in South America. Amer. Journal of Geology, XV, 1907, p. 625.

[5] F. v. Huene: Über *Erythrosuchus*, Vertreter der neuen Reptilordnung *Pelycosimia*. Geol. u. Paläontol. Abhandl. v. Koken, N. F., Bd. X, Heft 1, 1911.

[6] Auch Th. Arldt (Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt, Leipzig 1907, p. 328), der für eine permische Landverbindung Südafrikas mit Südamerika eintritt, weiß kein anderes Argument zugunsten seiner Ansicht als das Vorkommen der *Proganosauria* in beiden Erdteilen anzuführen.

Neokom und die ostafrikanisch-indische der Uitenhage beds sind, wie Uhlig[1] gezeigt hat, wesensgleich und erfordern zu einem Verständnis ihrer Verbreitung von der Ostküste Südafrikas bis zur Westküste Südamerikas die Annahme eines Kontinents oder Archipels, dessen Rändern entlang sich ihre Wanderung vollzog. Uhlig schloß, älteren Anschauungen folgend, auf einen breiten Zusammenhang zwischen Afrika und Brasilien quer über die ganze Südhälfte des Atlantischen Ozeans. Ich glaube, die Identität der südandinen und ostafrikanischen Trigonienfauna, die auch ich für den stärksten Beweis zugunsten eines annähernd landfesten Zusammenhanges von Südafrika und Südamerika halte, auch durch die Verbindung beider Kontinente über einen dritten, die Antarktis, erklären zu können.

Die Antarktis war während der mesozoischen Ära ein Festland mit Spuren randlicher Meerestransgressionen zur Zeit der Mittel- und Oberkreide (Grahamland). In dem Beacon-Sandstein im Ross-Quadranten der östlichen Antarktis, einer 600 *m* mächtigen Serie fossilleerer Sandsteine, in denen Shackleton auf seiner Reise zum Südpol (1908) Kohlenflöze antraf, vermuten T. H. David und R. E. Priestley[2] Äquivalente der Gondwana-Formation. Das Vorkommen von pflanzenführendem Lias auf Grahamland und der Gondwana-Formation mit *Phyllotheca* auf den Falklands-Inseln[3] weist auf eine mesozoische Landverbindung der Antarktis mit Südamerika hin. Die Annahme eines mesozoischen Archipels als verbindende Brücke zwischen Südafrika und der Antarktis würde einerseits die dürftigen Beziehungen zwischen den südamerikanischen und afrikanischen Landfaunen der Perm- und Triasperiode, andererseits die Verbreitung der Uitenhage-Fauna im südandinen Reich und in Ostafrika in befriedigender Weise erklären.[4] Bei dieser Annahme könnte selbstverständlich eine landfeste Verbindung der Antarktis mit dem australischen Kontinent nicht bestanden haben, da ein Abschluß des Indischen Ozeans gegen Süden und Osten der Verbreitung der neokomen Trigonienfauna von Uitenhage eine unübersteigliche Schranke entgegengesetzt hätte.

Indem wir die Annahme einer kontinentalen Verbindung von Afrika und Südamerika während der Triasperiode ablehnen, gewinnen wir ein Bild des Südatlantischen Ozeans, das sich von dem heutigen keineswegs erheblich entfernt. Auch in nördlicher Richtung dürfen wir, wie früher auseinandergesetzt wurde, die Grenzen des mesozoischen Poseidon vielleicht bis in das Zwischengebiet des eigentlichen Atlantik und des Skandik vorschieben. Hier aber müssen wiederholt und durch längere Zeiträume hindurch Laurentia und Eurasia im Zusammenhange gewesen sein. Das läßt sich aus den engen Beziehungen der Landwirbeltiere nicht nur zur Zeit des Keupers, sondern auch in einzelnen Abschnitten der Juraperiode folgern.

Gerade die Tatsache, daß dieser Zusammenhang nur in gewissen Epochen, zum Beispiel im Oberkarbon, bestand, in anderen, zum Beispiel im Perm, aufgehoben war, ist der Hypothese Wegener's ungünstig, daß der Atlantische Ozean erst in einer verhältnismäßig späten Zeit nicht durch Einbrüche, sondern durch eine Auseinanderzerrung von zwei Kontinentalschollen in horizontaler Richtung entstanden sei.

Wegener stützt sich vornehmlich auf Marcel Bertrand's[5] Rekonstruktion eines Kaledonischen und Hercynischen Faltengebirges von den Appalachen bis Norwegen und in das Gebiet der armorikanischen Ketten, ferner auf den Nachweis von Suess,[6] daß das nördliche Europa und das nördliche Nordamerika

---

[1] V. Uhlig: Die marinen Reiche etc., l. c., p. 426.

[2] Geological notes of the British Antarctic Expedition. C. R. Congrès géol. internat. XI, Stockholm, 1912, p. 779.

[3] A. G. Nathorst: *Phyllotheca*-Reste auf den Falklands-Inseln. Bull. Geol. Institution University Upsala, VII, 1905, p. 72–76.

[4] Diese Verbindung könnte auf dem Wege derselben Landbrücke stattgefunden haben, die A. E. Ortmann auf seiner Karte der antarktischen Landverbindungen (Reports of the Princeton Univers. Expeditions to Patagonia, 1896–99, IV. Palaeontology Pl. XXXIX) vom Kempland über Kergellen, die Crozet und Prinz Edwards Inseln für die Tertiärzeit konstruiert. Die Voraussetzungen für die Annahme einer geschlossenen Landbrücke halte ich nicht für zutreffend.

[5] M. Bertrand: La chaîne des Alpes et la formation du continent Européen. Bull. Soc. geol. de France, 3. sér., T. XV., 1887 p. 443 ff.

[6] E. Suess: Das Antlitz der Erde, III/2, 1909, p. 58, 89.

zwei durch den Atlantischen Ozean unterbrochene Fragmente einer größeren tektonischen Einheit darstellen. Die Anwesenheit submariner Verbindungsstücke verkleinert allerdings den Raum zwischen den beiden Kontinentalblöcken, der durch die Zerreißung der letzteren eröffnet worden sein soll, um fast 1000 *km*. Der zeitweilige Bestand einer offenen Meeresverbindung zwischen Laurentia und Europa würde aber keinesfalls zu umgehen sein, selbst wenn man die Richtigkeit des Grundgedankens Wegener's zugeben wollte. Ein Atlantischer Ozean, wenn auch vielleicht in engeren Grenzen als heute, hat während der Triasperiode zwischen Europa und Nordamerika unzweifelhaft existiert. Aber auch die Existenz einer wahrscheinlich zeitweilig in einen Archipel aufgelösten Landbrücke über den nördlichen Atlantik müssen wir für die mesozoische Ära annehmen, weil nur einer solchen entlang die Verbreitung mediterraner Faunen aus der Tethys in das andine Gebiet vor sich gegangen sein kann. Dagegen kann an keiner Stelle eine tiefe Rinne die Land- oder Inselbrücke zwischen Atlantik und Skandik unterbrochen haben, da sie sonst den benthonischen Faunen der Ost- und Westküste bei ihren Wanderungen ein unüberschreitbares Hindernis geboten hätte.

VI. Der Indische Ozean.

Triadische Meeressedimente treten an den Rand des heutigen Indischen Ozeans an den Küsten von Tenasserim, Malakka und Sumatra sehr nahe heran, aber eine einwandfreie Entscheidung der Frage, ob an diesen Stellen die triadische Tethys mit einem großen offenen Meer in Berührung trat, bietet erhebliche Schwierigkeiten. Sie hängt mit der Frage einer landfesten Verbindung Australiens mit dem Gondwanaland Vorderindiens während der Triasperiode zusammen.

Während marines Perm an der West-, Nord- und Ostküste Australiens bis tief in das Innere des Landes hinein verbreitet ist, so daß, wie Koken's zusammenfassende Darstellung erkennen läßt, der Umfang des oberpermischen Australkontinents dem heutigen gegenüber erheblich reduziert erscheint, bezeichnet die Trias für Australien eine ausgesprochene Festlandsperiode. Nicht einmal an den Rändern sind irgendwo die Spuren lagunärer Ablagerungen vorhanden. Wie auf der vorderindischen Halbinsel ist in Australien die kontinentale Fazies der Trias, das Gondwana-System mit mehreren Floren herrschend, unter denen die jüngsten dem Rhät oder Lias angehören. Aus Süßwasserschichten von Neu-Süd-Wales und aus der tieftriadischen Burrum-Formation von Queensland verzeichnet. F. Chapman[1] je eine Spezies von *Unio, Unionella* und *Corbicula*. Ferner kennt man aus A. S. Woodward's Beschreibung zwei Fischfaunen aus Neu-Süd-Wales, die eine von Gosford, die andere von St. Peters bei Sidney.[2]

Die Fauna von Gosford liegt an der Basis der obertriadischen Hawksbury series und enthält Arten der Genera *Agriolepis, Apateolepis, Dictyopyge, Belenorhynchus, Semionotus, Pristiosemus, Cleithrolepis, Pholidophorus, Peltopleurus* und des Dipnoers *Gosfordia*. Der triadische Charakter dieser Fischfauna springt in die Augen. Wesentlich schwieriger fällt die Entscheidung über die marine oder fluviatile Natur derselben. Immerhin macht das Vorkommen von *Semionotus* die letztere wahrscheinlicher.

Die Fauna von Gosford hat sich auch an der zweiten Lokalität, St. Peters bei Sidney, gefunden, wo sie gleichfalls an der Basis der Hawksbury Sandsteine liegt. Hier folgen nach Dun,[3] durch den 250 bis 300 *m* mächtigen Komplex der Hawksbury series von ihr getrennt, im Hangenden die Schiefer und Tone der Wianamatta series, die ebenfalls eine Fischfauna geliefert haben. Obwohl diese Fischfauna aus einem jüngeren Triashorizont als die Gosfordfauna stammen soll, besitzt sie doch einen so ausgesprochen paläozoischen Anstrich, daß mir über ihre richtige stratigraphische Horizontierung ernste Zweifel gerechtfertigt zu sein scheinen. A. S. Woodward zitiert aus dieser Fauna: *Pleuracanthus, Sagenodus, Palaeonis-*

---

[1] F. Chapman: Australasian Fossils. Melbourne, 1914, p. 181.

[2] A. S. Woodward: The fossil fishes of the Hawksbury series at Gosford. Memoirs Geol. Surv. New South Wales, Palaeont. No. 4, 1890. — The fossil fishes of the Hawksbury series at St. Peters, ibidem, No. 10, 1908.

[3] Appendix zu A. S. Woodward, l. c., No. 10, 1908, p. 30.

cus, Acentrophorus, Platysomus, Elonichthys, Myriolepis, eine Vergesellschaftung von Formen, wie man sie viel eher im Perm als in der Obertrias erwarten dürfte. Auch hier besteht die wohl begründete Vermutung, daß eine Fauna des Süßwassers, keine Marinfauna vorliegt.

Aus triadischen Sandsteinen in Tasmanien sind zwei Arten der Gattung *Acrolepis* bekannt geworden.

Sehr dürftig sind die Funde von Landwirbeltieren aus der Gondwana-Formation Australiens. Aus der tieferen dem Perm zugehörigen Abteilung derselben stammt der südafrikanische Stegocephale *Bothriceps*. Bei Gosford kommt mit der oben erwähnten Fischfauna der Labyrinthodontier *Plathyceps* an der Basis der Hawksbury series vor. In dieser Schichtgruppe sind an einigen anderen Lokalitäten in Neu-Süd-Wales noch einige andere unsichere Reste von Labyrinthodonten (*Biloela*) gefunden worden, die an *Capitosaurus* anzuschließen sein dürften. Endlich erwähnt F. v. Huene[1] einen Vertreter, der, wie es scheint, fast weltweit (Europa, Nordamerika, Ostindien, Südafrika) verbreiteten Theropodengattung *Thecodontosaurus*, die in Europa aus dem Muschelkalk bis in die rhätische Stufe hinaufgeht, aus einer Kalkbreccie von einem nicht näher bekannten Fundort an der Nordostküste Australiens.

So spärlich diese Reste großer Landwirbeltiere im Vergleich zu den Landfaunen Vorderindiens oder gar Südafrikas sind, so reichen sie doch zum Beweise einer zeitweiligen Landverbindung des indischen Gondwana-Festlandes mit dem australischen während einzelner Abschnitte der Perm- und Triasperiode aus. Andererseits spricht gerade die Dürftigkeit der permischen und mesozoischen Landfaunen Australiens gegen eine dauernde landfeste Verbindung mit Ostindien. Es hat fast den Anschein, als hätte Australien seit jeher nur einen beschränkten Zuzug von Landwirbeltieren aus anderen Kontinenten erhalten, ohne daß es andererseits imstande gewesen wäre, ein eigenes Entwicklungszentrum einer den Faunen jener Kontinente ebenbürtigen Landfauna zu werden.

Da aus der Unter- und Mitteltrias marine Sedimente aus dem Burmanischen Faltenbogen Hinterindiens nicht bekannt sind, andererseits das Vorkommen von *Dicynodon* in den Gondwana Schichten des Massivs von Cambodscha die Annahme einer zeitweiligen Überbrückung des westlichen Tethysarmes notwendig macht, so kann die landfeste Verbindung Ostindiens mit Australien sehr wohl durch eine schmale Halbinsel bewerkstelligt worden sein, deren äußerer Saum nicht allzu weit entfernt von der heutigen Meeresküste dem Außenrande der großen Sunda-Inseln parallel verlief.[2] Keine Tatsache spricht gegen die Annahme, daß diese Halbinsel gelegentlich zerstückelt und in einen Archipel aufgelöst wurde, so daß zur Zeit der Obertrias die Tethys hier in eine direkte Verbindung mit dem Indischen Ozean trat. Wir werden später noch sehen, daß eine solche Annahme im Gegenteil manche sonst schwer erklärbare Vorgänge in der Geschichte der triadischen Ammoniten unserem Verständnis näher zu bringen geeignet ist.

Vom Äthiopischen Mittelmeer war der Indische Ozean während der Triasperiode durch die Gondwana-Halbinsel abgeschlossen, die Südafrika mit Vorderindien über Madagaskar verband und im Sporn von Assam am weitesten gegen NO in die Tethys hineinragte.[3] Verwandschaftsfäden verbinden die Landwirbeltierfaunen der südafrikanischen Karoo- und der indischen Gondwana-Schichten zur Perm- und Triaszeit. Beiden Regionen sind die Reptiliengattungen *Dicynodon* und *Massospondylus* gemeinsam. Auch

---

[1] F. v. Huene: Die Dinosaurier der europäischen Triasformation. Geol. u. Paläont. Abhandl. v. Koken, Suppl. Bd. I, 1908, p. 302, 318.

[2] Eine solche zeitweilige Landverbindung mit Ostindien muß im Oberjura nochmals eingetreten sein, wie das Vorkommen von *Megalosaurus* im kohlenführenden Jurassischen Sandstein von Kap Paterson in Victoria beweist.

[3] Gegen Koken's Rekonstruktion der Westküste des Indischen Ozeans zur Zeit der oberpermischen Meerestransgression lassen sich begründete Einwände erheben. Keinesfalls kann Koken's Kartenbild für die Trias gelten. Ein Eingreifen des Indischen Ozeans in die Bucht von Tanga zwischen Vorderindien und Madagaskar erscheint mit Rücksicht auf den durch die skythischen Ablagerungen von Ambararata festgestellten Bestand eines Äthiopischen Mittelmeeres als Dependenz der Tethys unmöglich. Die Voraussetzung der Existenz eines solchen Mittelmeeres dürfte aber auch für die Permzeit gerechtfertigt sein. Dann wäre die Verbindung von Südafrika mit Vorderindien über die Osthälfte von Madagaskar zu führen, die überhaupt einen der ältesten Festlandskerne darstellt.

der permische Stegocephale *Bothriceps* kann wohl nur auf dem Wege über Vorderindien aus Südafrika nach Australien gelangt sein.

Die Kartenbilder, die A. de Lapparent für die Verbreitung der Kontinente und Meere der Unter- und Obertrias entworfen hat, geben durch die Unterdrückung des Südatlantischen und des Indischen Ozeans ein unzutreffendes Bild der paläogeographischen Verhältnisse. Die Existenz eines Indischen Ozeans im Karbon und Perm steht außer Frage. Keine einzige Beobachtungstatsache rechtfertigt den Versuch, an dessen Stelle während der Triasperiode einen zusammenhängenden riesigen Südkontinent zu setzen. Ein solcher triadischer Südkontinent hat niemals existiert und Dacqué's[1] Angabe, die Zerlegung des alten Gondwana-Festlandes habe erst gegen das Ende der Triasperiode begonnen, ist dahin zu berichtigen, daß wohl schon zur skythischen Zeit Vorderindien nur mehr durch eine schmale Landbrücke einerseits mit Australien, andererseits mit Südafrika zusammenhing, das selbst wieder durch einen Archipel über die Antarktis hinweg mit Südamerika in Verbindung trat. Dem Kartenbilde A. de Lapparent's, das für die Triasperiode ein enormes Übergewicht der Kontinente über die Meeresräume zeigt, können wir ein anderes entgegenstellen, das mit der Lehre einer gewissen Stetigkeit der großen Festlandssockel und Ozeane viel besser harmoniert. Schon zur Triaszeit überwog die Wasserbedeckung auf der südlichen, die Landbedeckung auf der nördlichen Hemisphäre, waren die Gebiete um den Nordpol Meer, um den Südpol Festland.[2]

Der Verlauf der Küsten des Indischen Ozeans der Triasperiode ist uns nicht bekannt. Sie scheinen durchaus unter dem heutigen Meeresspiegel zu liegen. Damit ist ein ausgedehntes Gebiet, das als ein besonderes Entwicklungszentrum für die triadischen Cephalopodenfaunen in Betracht kommen könnte, dauernd unserer Kenntnis entzogen.

In der Geschichte der Ammoniten bilden bekanntlich die unvermittelt auftretenden Typen, die sich nicht an die Formen der vorhergehenden Zonen direkt anschließen, eines der interessantesten und zugleich dunkelsten Kapitel. Die große Bedeutung dieser kryptogenen Typen liegt darin, daß sie gelegentlich für die Erneuerung der Faunen viel maßgebender sind als die Filiation aus älteren heimischen Arten. Neumayr[3] glaubte das unvermittelte Auftreten solcher kryptogener Formengruppen auf Migrationen, auf Einwanderungen aus Meeresgebieten zurückführen zu können, in denen sich die ungestörte Entwicklung der betreffenden Gruppe vollzog. Die Schwierigkeiten, die dieser von den meisten Paläontologen angenommenen Erklärung entgegenstehen, wachsen in demselben Maße, als die für die Entwicklung krytogener Typen zur Verfügung bleibenden Meeresräume mit der zunehmenden Kenntnis exotischer Marinfaunen sich verringern.

Auch in den Celaphodenfaunen der Triasperiode spielt das unvermittelte Auftreten kryptogener Typen eine wichtige Rolle. In der karnischen Stufe der mediterranen Region, des Himalaya und Californiens erscheint plötzlich und sofort mit einer erstaunlichen Fülle von verschiedenen Gattungen und Arten einsetzend das große Heer der *Tropitidae* und *Haloritidae*. Wohl sind Vorläufer beider Familien in Nevada, im Himalaya (*Smithoceras*) und in Albanien (*Protropites*) bekannt geworden, aber so vereinzelt und in so langen Intermittenzen, daß wir unmöglich annehmen können, jene beiden Familien hätten ihre normale Entwicklung in den uns durch ihre Sedimente vertrauten Meeren der Triasperiode durchgemacht. Für sie kann als Entwicklungszentrum der Indische Ozean in Betracht gezogen werden. Neue Verbindungen wurden zwischen dem Indischen Ozean und der Tethys zur Zeit der Obertrias eröffnet. Sie bieten

---

[1] E. Dacqué: Der Jura im Umkreis des Lemurischen Kontinents. Geol. Rundschau, I, 1910, p. 151.

[2] Es braucht wohl kaum betont zu werden, inwiefern durch den Nachweis einer der heutigen ähnlichen Verteilung der Land- und Wasseroberfläche zur Triaszeit der Hypothese Gregory's (The plan of the earth and its cause, Geograph. Journal, London, XIII, 1899, p. 246), daß im Mesozoikum eine Umkehrung der zur Tetraederform führenden Spannungsverhältnisse in der Erdkruste eingetreten sei, der Boden entzogen wird.

[3] M. Neumayr: Über unvermittelt auftretende Cephalopodentypen im Jura Mitteleuropas. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanstalt, XXVIII, 1878, p. 38 ff.

uns eine befriedigende Erklärung für das plötzliche, annähernd gleichzeitige Auftreten der *Tropitidae* und *Haloritidae* im Mittelmeer, im Himalaya und in der Californischen See.

Dem besten Kenner der triadischen Cephalopodenfaunen, E. v. Mojsisovics,[1] erschien dieses unvermittelte Auftreten und die Dispersion der *Haloritidae* und *Tropitidae* rätselhaft. Es wird eines solchen Charakters entkleidet durch den Nachweis des Bestandes eines großen Ozeans an Stelle eines hypothetischen Südkontinents, eines Ozeans, dessen Küsten ein der Tethys, der Californischen See und dem Arktischen Meer gleichwertiges Entwicklungszentrum triadischer Cephalopoden gebildet haben mögen.[2]

---

[4] E. v. Mojsisovics: Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya. Denkschr. kais. Akad. Wiss. Wien. LXIII, 1896, p. 698

[5] Auch die Küsten des Poseidon kommen als ein solches Entwicklungszentrum in Betracht, jedenfalls in höherem Maße als jene des durchaus hypothetischen Pazifischen Kontinents.

Schlußbetrachtungen.

Verteilung der triadischen Meere und Festländer. — Unterschiede gegenüber dem Perm und dem Oberjura. — Geringes Ausmaß der epikontinentalen Transgressionen. — Das Haug'sche Gesetz. — Konstanz der Grenzen zwischen den mediterranen, himamalayischen und andinen Faunengebieten. — Mangelnde Anzeichen einer klimatischen Differenzierung der Marinfaunen, Landfaunen und Floren. — Noetling's Erklärung des Faunenwechsels an der Perm-Triasgrenze durch eine rasche Erwärmung des Meerwassers. — Klimahypothese von Arrhenius und Frech. — Angebliche Spuren einer triadischen Eiszeit in Zentralafrika. — Das paläothermale Problem. — Das triadische Klima dem rezenten Solarklima gegenüber begünstigt durch den Verlauf der Meeresströmungen.

Obwohl ich mir der Schwächen bewußt bin, die meinem Versuch einer Rekonstruktion der Verteilung der Festländer und Meere während der Triasperiode so gut wie jedem vorhergehenden anhaften, habe ich ihn doch um so weniger gescheut, als mir die graphische Veranschaulichung meiner Vorstellungen ein unentbehrliches Mittel zur Beseitigung eingewurzelter, dem Fortschritt paläogeographischer Forschung abträglicher Meinungen zu sein schien. Als einen solchen Fortschritt betrachte ich es nämlich, zeigen zu können, daß man auf denselben Unterlagen wie A. de Lapparent u. a. zu einem Kartenbilde der Trias zu gelangen vermag, das von jenem der Gegenwart sich viel weniger auffallend unterscheidet und der Lehre von einer relativen Permanenz der Kontinente und Ozeane eine wichtige Stütze bietet. Auf meiner Karte fehlt vor allem ein riesiger zusammenhängender Äquatorialkontinent der Südhemisphäre. Atlantischer und Indischer Ozean behaupten ihren gewohnten Platz, die Landverbindungen zwischen Südamerika, Afrika, Indien und Australien sind auf sehr bescheidene Dimensionen eingeengt worden.[1] Für ihre Beurteilung waren mir nicht die durch ihre weite und leichte Verbreitungsmöglichkeit dazu ungeeigneten Floren, sondern die großen, an Meeresstraßen unüberschreitbare Hindernisse findenden Landwirbeltiere maßgebend.[2]

Von derartigen Änderungen des Kartenbildes, die jene Regionen betreffen, aus denen weder kontinentale noch marine Triassedimente vorliegen, muß man natürlich absehen, wenn man die Verteilung der triadischen Meere und Festländer mit jener in der vorangehenden permischen und in der nachfolgenden Periode des Lias und Oberjura vergleichen will.

Dem Vergleich des Kartenbildes des Perm und der skythischen Epoche legen wir Koken's Karte »Land und Meer zur permischen Zeit«[3] zugrunde, die die maximale Ausbreitung der permischen Meere veranschaulicht. Diese Karte zeigt den Bestand der Tethys in einem wesentlich weiteren Umfange. Ihre nördliche Grenze ist viel tiefer in das Innere Zentralasiens vorgeschoben. Auch fallen ihr ganz China und

---

[1] Unter den verschiedenen Rekonstruktionsversuchen der mutmaßlichen Verteilung der Festländer und Meere während der Triasperiode schließt sich der hier vertretenen Auffassung jene von L. Waagen (Unsere Erde, München, Taf. zu p. 444) am nächsten an. Auch Waagen sieht, allerdings ohne nähere Begründung, von der Darstellung eines einheitlichen Südkontinents ab und nimmt den Bestand eines Südatlantischen und Indischen Ozeans an. Verfehlt ist darin die Annahme einer Meeresbedeckung der Ostküste Australiens. So weit wir wissen, hat das Triasmeer nirgends die Ufer des heutigen Australien bespült. Bezüglich der Existenz eines geschlossenen Südkontinents zur Zeit der Obertrias hat auch Kossmat in seiner kleinen, aber inhaltsreichen »Paläogeographie« (Sammlung Göschen, Leipzig, 1908) Zweifel geäußert und diesen auf seiner Karte (Fig. 4) durch ein Fragezeichen an der Stelle des südlichen Atlantik und des Indischen Ozeans Ausdruck gegeben.

[2] Hier mag auf eine Fehlerquelle hingewiesen werden, die bei der Einzeichnung einer landfesten Verbindung zweier Kontinente aus der Übereinstimmung ihrer Landfaunen nicht übersehen werden darf. Die Einwanderung einer Landfauna aus dem einen Gebiet in das andere kann auch über einen Archipel erfolgen, dessen einzelne Inseln miteinander zeitweilig in Verbindung treten, ohne daß zu irgend einer Zeit eine ununterbrochene Landbrücke zu bestehen braucht.

[3] Beilage zu E. Koken: Indisches Perm und permische Eiszeit. Neues Jahrb. f. Miner. Festband, 1907.

Hinterindien zu. Permische Meeresbildungen sind nicht nur in den Atlasländern Nordafrikas, sondern auch in Ägypten und Arabien bis zum nördlichen Wendekreis nach Süden verbreitet. Nur in Mittel- und Westeuropa war die Ausdehnung der Tethys geringer als in der skythischen oder gar in der anisischen Epoche. Dagegen hielt ein breiter Meeresarm die Verbindung zwischen dem Arktischen und dem Mittelmeer über das östliche und nördliche Rußland aufrecht, eine Verbindung, die allerdings schon im Oberperm durch einen breiten Landrücken aufgehoben wurde. Das Arktische Meer hielt sich während der Perm- und Triasperiode annähernd in denselben Grenzen, stand jedoch über das Territorium Alaska in breiter Verbindung mit dem Pazifischen Ozean, während eine solche über die ostasiatische Landspitze nicht sichergestellt ist. Im Pazifischen Randgebiet gewann das permische Transgressionsmeer eine ungleich weitere Verbreitung. Zusammenhänge mit dem Poseidon bestanden nicht nur, wie zur Zeit der Obertrias, im Norden und Süden der Zentralamerikanischen Insel,[1] die auch einen großen Teil von Columbia und Venezuela umfaßte, sondern ein ausgedehntes Flachmeer flutete auch durch das Amazonasgebiet über Bolivia, Peru und Chile bis zum Pazifischen Ozean, so daß das südamerikanische Festland im Süden des Äquators auf den östlichen Teil Brasiliens und das argentinisch-patagonische Gebiet im Osten der Andes beschränkt blieb. Der Indische Ozean bedeckte die Küsten Australiens mit Ausnahme der südlichen und stand mit der Tethys und dem Pazifischen Ozean vom Gangesdelta bis zur Torresstraße in breiter, offener Verbindung.

Die triadischen Transgressionen haben, wie man sieht, das Ausmaß der permischen bei weitem nicht erreicht. Sie halten sich in ungleich bescheideneren Grenzen, bleiben aber auch weit hinter jenen zurück, die zur Zeit des Oberjura die Erdoberfläche betrafen.

Nehmen wir Uhlig's Karte der marinen Reiche des Oberjura und der Unterkreide zur Hand, so tritt uns auf den ersten Blick die ungeheure Ausdehnung flacher Transgressionsmeere in Osteuropa und im arktischen Nordamerika entgegen, die in der Triasperiode kein Gegenstück findet. Auch die vollständige Trennung des vorderindischen Gondwanalandes vom afrikanischen Block durch die Straße von Mozambique, die westaustralische und die südpatagonische Juratransgression, endlich der Einbruch der Indischen Bucht Neumayr's im Golf von Bengalen bedeuten einen erheblichen Gewinn des Meeres gegenüber dem Festlandsregime der Trias.

Wenn man mit Stille die vieldeutige Bezeichnung »Geosynklinale« auf labile, säkular sinkende Räume dauernder Sedimentation beschränkt, so ist die Trias in der Tat unter allen mesozoischen Perioden diejenige, deren Ingression in die heutigen Festlandsräume sich am meisten innerhalb der Geosynklinalen abspielt und nur ausnahmsweise aus diesen auf benachbarte Territorien übergreift. Aus diesem Grunde sind die Triasablagerungen wenig geeignet zu einer Prüfung des bekannten Haug'schen Gesetzes, das als Äquivalent von Transgressionen über Kontinentalschollen Regressionen in den Geosynklinalen verlangt, die sich in gewissen Fällen bis zur Trockenlegung und Aufrichtung von Gebirgen in einzelnen Teilen der Geosynklinalen steigern können. Eine einigermaßen ausgesprochene Transgression über Kontinentalschollen stellt sich während der Triasperiode nur zur Zeit der rhätischen Stufe in Westeuropa ein. Dieser Transgression steht in der Tat eine Regression in manchen Regionen des geosynklinalen Gürtels, zum Beispiel im südlichen China, in Japan, im Bereich der Californischen See gegenüber.

Transgressionen und Regressionen haben sich im Verlauf der Triasperiode nur innerhalb mäßiger Grenzen vollzogen. In dieser Hinsicht war die Triasperiode eine Zeit unvergleichlich größerer Beständigkeit der geographischen Verhältnisse als der Jura oder die Kreide mit ihren erdumspannenden Meerestransgressionen. Auch gebirgsbildende Bewegungen von größerer Intensität sind bisher während der Triasperiode nicht bekannt geworden. Dagegen hat die vulkanische Tätigkeit zeitweilig, insbesondere in der Obertrias, ein hohes Ausmaß erreicht.

---

[1] Es mag darauf aufmerksam gemacht werden, daß Schuchert dem unterpermischen Meer in Nordamerika (l. c., Pl. 85) eine wesentlich geringere Ausdehnung als Koken gibt und sogar eine direkte Verbindung zwischen der Californischen See und dem Mississippi-Gebiet in Abrede stellt.

Unsere Feststellung zeigt insoferne keine wesentliche Veränderung des faunistischen Weltbildes der Triasformation gegenüber dem Jura, als die marinen Hauptreiche und ihre Grenzen im allgemeinen konstant geblieben sind. Der Gegensatz zwischen einem borealen und einem äquatorial-subtropischen Hauptreich besteht in beiden Formationen, wenngleich er in der Obertrias vorübergehend verwischt oder wenigstens auffallend gemildert wird. Die Induslinie und eine zweite im Poseidon an einer vorläufig nicht näher zu fixierenden Stelle werden als Grenzen des Mediterranen Reiches gegen das Himamalayische einerseits, gegen das Andine andererseits festgehalten. Allerdings springt die erstere Grenze während der skythischen Epoche vom oberen Indus weit nach Westen bis Armenien vor.

Wenden wir uns von den paläogeographischen den paläofaunistischen Fragen zu, auf die wir eine Antwort aus den hier niedergelegten Untersuchungen erwarten, so tritt naturgemäß das paläoklimatische Problem in den Vordergrund.

In seiner berühmten Arbeit »Über klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit« hat M. Neumayr das Vorhandensein von klimatischen Zonen während der Oberjura- und älteren Kreideperiode nachweisen zu können geglaubt, indem er zu zeigen versuchte, »daß gewisse Meerestiere, insbesondere Cephalopoden, in einem Gürtel um den Äquator das Maximum ihrer Entwicklung erreichen, daß andere über die gemäßigte Zone hinaus nicht oder nur sehr spärlich gegen die Pole hin sich verbreiten, während eine polare Fauna wenigstens in der nördlichen Hemisphäre mit voller Deutlichkeit nachgewiesen werden konnte«.

Neumayr's Gliederung der Jurafaunen nach klimatischen Zonen hat von Seite der Fachgenossen ebensoviel Widerspruch als Zustimmung erfahren. Auch heute noch stehen sich die Meinungen schroff gegenüber. Im Jahre 1907 erklärte O. Haupt[1] die Theorie der Neumayr'schen Klimazonen als endgültig beseitigt durch die Erfahrung, daß in den Jura- und Unterkreideablagerungen der argentinischen Cordillere boreale, gemäßigte und tropische Faunenelemente durcheinander gemischt erscheinen. Gleichwohl hat Uhlig drei Jahre später neuerdings eine grob-zonare Anordnung der Jurafaunen verteidigt und damit die Möglichkeit einer klimatischen Verursachung dieser Anordnung als diskussionsfähig erachtet.

Als ich an das Studium der marinen Reiche der Triasperiode herantrat, glaubte ich in der ausgeprägten Sonderung der borealen und gemäßigt-äquatorialen Faunen der skythischen und anisischen Stufe hinreichende Anhaltspunkte zu finden, um mich für eine Existenz von an der Hand von Marinfaunen nachweisbaren Klimagürteln in der Trias auszusprechen. Bedenken gegen eine solche Auffassung mochte wohl das Vorkommen einzelner Bivalvengruppen, wie *Pseudomonotis ochotica* und *Halobia Zitteli* an äquatorialen und arktischen Küsten erregen. Immerhin schien mir dieses Vorkommen eine Einheitlichkeit der Fauna vorzutäuschen, deren Bestätigung nur durch das Auftreten gleichartiger Cephalopodenfaunen hätte erbracht werden können. »Würden wir« — schrieb ich noch im Jahre 1912 — »Cephalopodenfaunen von Werchojanssk und Neuseeland aus den *Pseudomonotis*-Schichten kennen, so dürften sie der Ansicht, daß jene beiden Landstriche zur norischen Zeit einem einheitlichen zoogeographischen Reiche angehört hätten, schwerlich eine Stütze bieten.« [2]

Seither sind unsere Kenntnisse triadischer Meeresfaunen um eine Anzahl wichtiger Erfahrungen erweitert worden, die der Annahme klimatischer homozoischer Gürtel entschieden ungünstig sind. Zu diesen Erfahrungen gehört in erster Linie die Entdeckung einer karnischen Ammonitenfauna auf den Neusibirischen Inseln, die kein boreales Gepräge besitzt, sich — von *Nathorstites* abgesehen — durchaus aus Gattungen des Himamalayischen Reiches zusammensetzt und selbst einzelne Formen enthält, die mit solchen des letzteren spezifisch fast übereinstimmen. Hier kann man nicht, wie bei *Hedenstroemia Mojsisovicsi* oder bei *Beyrichites affinis*, die sich in der unteren, beziehungsweise mittleren Trias Nordsibiriens

---

[1] O. Haupt: Beiträge zur Fauna des oberen Malm und der unteren Kreide in der argentinischen Cordillere. Neues Jahrb. f. Miner. etc. Beil., Bd. XXIII, 1908, p. 229.

[2] C. Diener: Über die Konstanz einiger Hauptgrenzen der marinen mesozoischen Reiche. Mitt. Geol. Ges. Wien, V, 1912, p. 15.

und des Himalaya gefunden haben, von Ausnahmefällen sprechen. Die ganze karnische Ammonitenfauna Neusibiriens ist vielmehr so geartet, daß ihre Entdeckung in Südchina oder in Japan kein Befremden erregt hätte. An dieser Stelle ist ferner die weite Verbreitung der alpinen Zlambachkorallen in Nordamerika zu nennen. Das Vorkommen riffbauender Korallen des Mediterranen Reiches unter dem 60. Grad n. Br. in Alaska beweist vielleicht noch nicht eine wesentlich höhere Temperatur des Meerwassers in jenen Breiten als in der Gegenwart, da man vermutlich mit einer Anpassungsfähigkeit der älteren Riffkorallen an eine Wassertemperatur unter 20° C. rechnen darf, aber zum mindesten eine größere Gleichförmigkeit der Temperaturverhältnisse im Meerwasser, da man doch von den einzelnen Arten der Zlambachkorallen kaum voraussetzen darf, daß sie sämtlich eurytherm gewesen seien.

So verlockend daher eine Trennung der borealen Triasfauna von jener des Himamalayischen und Andinen Reiches für die Annahme einer klimatischen Verursachung erscheint, so dürfte sie doch keineswegs durch klimatische Verhältnisse, sondern vielmehr durch topographische und geologische Vorgänge bedingt sein. Die Verbreitungsverhältnisse der triadischen Marinfaunen werden weder durch den Äquator noch durch den Polarkreis behindert Sie werden reguliert durch den Verlauf der Meeresströmungen, die Konfiguration der Küsten und deren geologische Entwicklung.

In der Kreideperiode sind bestimmtere Anzeichen für eine Verschiedenheit der arktischen und antarktischen Marinfaunen vorhanden. Haug glaubte, allerdings im Widerspruch mit Uhlig, in seiner Australen Provinz die Anwesenheit einer besonderen, notialen Ammonitenfauna der Neokomepoche nachweisen zu können. Für die Triasperiode entfällt jede Diskussion über die Existenzmöglichkeit einer besonderen Notialfauna, da marine Triasbildungen auf der Südhemisphäre nur in Neuseeland über den Wendekreis des Steinbocks nach Süden hinausgehen.

Die hier mitgeteilten Tatsachen lassen selbstverständlich noch keineswegs den Schluß zu, daß klimatische Differenzierungen während der Triasperiode überhaupt nicht existiert hätten. Sie besagen lediglich, daß die Marinfaunen für den Nachweis von solchen nicht geeignet erscheinen. Das Ergebnis wird allerdings kaum zufriedenstellender, wenn wir die Floren und die Landfaunen der Trias in den Kreis unserer Betrachtungen einbeziehen.

Die Flora der Triasperiode ist vor kurzem von F. H. Knowlton[1] im Rahmen einer Übersicht über die Floren der mesozoischen und känozoischen Ära gekennzeichnet worden. Sie ist im allgemeinen arm und umfaßt nur 300 bis 400 beschriebene Spezies, zumeist Farne, *Equisetidae*, Gingkos, Cykadeen und Koniferen.[2] Die obertriadischen Floren Nordamerikas enthalten Cykadeen und Farne in gleicher Üppigkeit wie in den Subtropengebieten der Gegenwart. In Virginia häufen sich die Triaskohlen in Flözen von 10 bis 12 *m* Mächtigkeit. Sie verraten eine Sumpflandschaft mit einem feuchten, ziemlich warmen Klima. In den versteinerten Wäldern von Arizona liegen Baumstämme von 30 *m* Länge und $2^1/_2$ *m* Durchmesser und Schäfte von *Equisetum* von 8 *cm* Durchmesser. An den Baumstämmen kommen keine oder fast keine Jahresringe als Anzeichen von Schwankungen in Kälte und Hitze, Trockenheit und Feuchtigkeit vor.

Sehr weit verbreitet und von auffallender Gleichmäßigkeit ist die Flora der rhätischen Stufe. Sie kehrt mit annähernd übereinstimmenden Merkmalen in Nordamerika, England, Norddeutschland, Südschweden, an der Ostküste von Grönland, in Spanien, Persien, Spitzbergen, Indien, China, Japan, Neu-Süd Wales, Neuseeland, Südafrika, Honduras, Argentina und Chile wieder. Wie zur Zeit des Oberjura scheint daher auch in der Trias das Klima in den arktischen Breiten im allgemeinen wärmer als heute gewesen zu sein.

Die Landwirbeltiere der Trias können zu klimatischen Erörterungen besser herangezogen werden als jene der känozoischen Ära, weil sie mit Rücksicht auf ihre veränderliche Bluttemperatur vom Klima vermutlich in bedeutend höherem Maße abhängig waren, als die warmblütigen, überdies durch ein dichtes

---

[1] H. F. Knowlton: Succession and range of mesozoic and tertiary floras. Amer. Journ. of Geology, Chicago, XVIII, 1910. p. 106—116.

[2] Eine der reichsten Triasfloren, jene der Lunzer Schichten, ist allerdings bis heute noch nicht monographisch bearbeitet.

Haarkleid gegen Temperaturschwankungen und Kälte weitaus besser geschützten Säugetiere. Bedenkt man die nahe Übereinstimmung der südafrikanischen *Cistecephalus*-Fauna mit der von Amalitzky entdeckten *Inostranzeffia*-Fauna aus Nordrußland, die Verbreitung der Dicynodonten und einiger großer Labyrinthodonten von Mitteleuropa nach Ostindien und dem Kapland, jene der Theromorphengattung *Thecodontosaurus* über Nordamerika, Europa, Südafrika, Ostindien und Australien, so gewinnt man wieder den Eindruck, als wären die klimatischen Verhältnisse zur Zeit des Oberperm und der Trias auf einem großen Teil der Erdoberfläche gleichförmiger gewesen als in der Gegenwart.

Zu einer ähnlichen Vorstellung ist auch C. Schuchert[1] gelangt. Er spricht die Meinung aus, daß das kalte Klima, das zu Beginn der Permzeit herrschte und in dem Eintritt einer Glazialepoche seinen schärfsten Ausdruck fand, schon geraume Zeit vor dem Beginn der Triasperiode einem milderen und gleichmäßigeren Platz gemacht habe, das aber auf der ganzen Erde ziemlich trocken gewesen sei. Gegen die letztere Annahme lassen sich allerdings gewichtige Bedenken nicht unterdrücken. In der Vegetation der Kohlenflöze von Virginia, in den Karoobildungen Südafrikas und in der indischen Gondwana-Formation sind viel eher Anzeichen reichlicher Niederschläge zu beobachten. Überhaupt sind so weitgehende Verallgemeinerungen, wie sie Schuchert auf Grund eines doch nur eine relativ kleine Zahl von Fundorten umfassenden Beweismaterials vornimmt, bei einer so schwierigen Frage wie dem paläothermalen Problem kaum am richtigen Platze.

Auch M. Semper[2] spricht die Meinung aus, daß das Klima der Triasperiode dem heutigen gegenüber als einheitlich, milder und wenig differenziert zu bezeichnen sei. Nichts deutet seiner Ansicht nach auf die Existenz von Klimazonen hin. »Vielmehr finden wir auf europäischer Seite über dem Festland klimatische Gleichförmigkeit auf allen Breitegraden bis nach Franz Josephs Land hin und dasselbe über die ganze Fläche des dazu antipodisch gelegenen Stillen Ozeans.« Scharf gesonderte Klimagürtel im heutigen Sinne bestanden in der Triasperiode nicht.

F. Noetling[3] hat zur Erklärung des relativ plötzlichen Faunenwechsels an der Perm-Triasgrenze in der Salt Range und im Himalaya (Brachiopodenfauna des Productuskalkes und der Kuling Schiefer, Ammonitenfauna der Ceratite formation und der Otoceras beds) die Annahme einer raschen Steigerung der Temperatur des Meerwassers herangezogen. Er faßt die Fauna des Productuskalkes als eine arktische Fauna auf. »Das Meer, in welchem der Productuskalk abgelagert wurde, war ein kaltes Meer und die Producti waren Brachiopoden, welche eine niedere Temperatur bevorzugten.« Eine ziemlich unvermittelt einsetzende Erhöhung der Temperatur des Meerwassers soll das Aussterben der paläozoischen Brachiopodengruppen herbeigeführt und die Einwanderung der wärmeliebenden Cephalopoden veranlaßt haben.

Auch F. Frech[4] stellt eine Steigerung der irdischen Wärme für den Beginn der Triaszeit fest und erblickt in den gewaltigen vulkanischen Ausbrüchen der Obertrias eine Ursache für eine weitere allgemeine Zunahme der Temperatur im Verlauf der Triasperiode.

Noetling's Hypothese halte ich für ein Spiel mit unbewiesenen und unbeweisbaren Möglichkeiten. Schon der Versuch, die permische Eiszeit für eine Herabsetzung der Temperatur des oberpermischen Meeres an den Küsten des Gondwanalandes verantwortlich zu machen, geht viel zu weit. Die Zeit des oberen Productuskalkes ist ja von jener glazialen Phase an der Basis des Perm durch einen ungeheuer langen Zeitraum getrennt, von dessen Dauer wir keine annähernde Vorstellung besitzen, der aber doch die Zeitspanne seit der letzten Eiszeit des Diluviums und der Gegenwart ohne Zweifel außerordentlich übertrifft. Die *Productus*-Fauna ist im übrigen weltweit verbreitet. Wir begegnen ihr in Spitzbergen und

---

[1] C. Schuchert: Climates of geologic time. Carnegie Institution of Washington, Publ. No. 192, p. 280.

[2] M. Semper: Das Klimaproblem der Vorzeit. Geol. Rundschau, I, 1910, p. 67.

[3] F. Noetling: Beiträge zur Kenntnis der glazialen Schichten permischen Alters in der Salt Range. Neues Jahrb. f. Mineral. etc., 1896, II, p. 86. — Über Medlicottia und Episageceras aus den permischen und triadischen Schichten Indiens. Ibidem, Beil., Bd. XIX, 1904, p. 375. — Mögliche Ursachen des Aussterbens der paläozoischen Brachiopoden in Indien. Lethaea mes. I/4, 1908, p. 530.

[4] F. Frech: Die Zunahme der Wärme am Beginn der Triaszeit. Lethaea mes. I/4, 1908, p. 533.

Australien so gut wie in Sizilien, Kleinasien, Ostindien, Persien, China, Timor und Texas. Wenn das Productusmeer Indiens ein arktisches Meer war, dann müssen überall auf der Erde die Meere eine tiefe Temperatur gehabt haben. Damit aber harmoniert schlecht der Reichtum einzelner Sedimente dieser Meere an riftbauenden Korallen. Am Aufbau des Chitichun Nr. I in der tibetanischen Klippenregion des Zentralhimalaya zum Beispiel ist *Lonsdaleia indica* sehr stark beteiligt. Auch sind die Productiden schon lange vor der permischen Glazialzeit während der ganzen karbonischen Periode die herrschenden Brachiopodenformen gewesen und manche Arten gehen fast unverändert aus dem Oberkarbon in den Productuskalk hinauf. Wo die Faziesverhältnisse günstig waren, hat es auch in den permischen Brachiopodenkalken an Ammoniten nicht gefehlt (Sosiokalk, Djulfa). Mindestens sechs Ammonitengattungen (*Xenodiscus, Xenaspis, Episageceras, Otoceras, Hungarites, Paralecanites*) sind der Perm- und Triasformation gemeinsam.

Aus der universellen Verbreitung der Productiden in arktischen und äquatorialen Gegenden läßt sich ebensowohl der Schluß ziehen, daß die Meere des Oberperm gleichmäßig warm, beziehungsweise kalt, als daß die Productiden eurytherme Brachiopoden waren. Das Aussterben der paläozoischen Brachiopodenfaunen an der Wende der Perm- und Triasperiode ist nur eine Teilerscheinung des bekannten Phänomens, daß blühende Tiergesellschaften im Laufe der Erdgeschichte verhältnismäßig rasch und ohne Nachkommen erlöschen.

Übrigens wäre mit einer Erklärung des Aussterbens der paläozoischen Brachiopoden durch eine Erwärmung des Meerwassers für eine Erkenntnis der Umprägung der paläozoischen Faunen an der Wende von Perm und Trias nur wenig gewonnen. Denn diese Umprägung, eine der einschneidendsten in der Geschichte der Tierwelt, beschränkt sich bekanntlich nicht auf eine einzelne Klasse des Tierreiches, sondern hat die verschiedensten Formenkreise betroffen.

Die Verschiedenheiten in der Gruppierung, den Machtverhältnissen und Abhängigkeiten der Formenkreise, wie sie den größeren Epochen der Erdgeschichte eigentümlich sind, lassen sich wohl überhaupt nicht auf klimatische Verhältnisse zurückführen. Die Floren der obersten Kreide und des Paläozäns in Nordamerika zeigen nach Knowlton nicht die geringste Änderung, die im Sinne einer Klimaschwankung gedeutet werden könnte, und doch hat sich in dieser Zeit eine der größten Veränderungen in der amerikanischen Landwirbeltierfauna vollzogen. Während der jüngeren Tertiärzeit ist Ostindien, wo kein Klimawechsel zur Entstehung neuer Arten den Anreiz geben konnte, ein dem zirkumpolaren gleichwertiges, besonderes Entwicklungszentrum der Säugetiere gewesen. Andererseits sehen wir, daß in Neuseeland die mit der diluvialen Eiszeit verbundene Änderung des Klimas zur Bildung keiner einzigen neuen Tierart geführt hat. Auch sonst war die pleistozäne Eiszeit in den von ihr betroffenen Gebieten nach den Darlegungen Rütimeyer's viel eher eine Periode der Tierverscheuchung als der Tiervernichtung oder gar einer Neuschöpfung. Man wird also den Wert von klimatischen Faktoren für die Erklärung von Ereignissen in der Geschichte der Tierwelt, wie sie sich an der Wende der Perm- und Triasperiode abgespielt haben, wohl nicht allzu hoch einschätzen dürfen.

Irrig ist aber überhaupt die Ansicht, daß der Faunenwechsel an der Grenze der paläozoischen und mesozoischen Ära mit einer tiefgreifenden Änderung der Temperatur zusammenfalle. Die durch Glazialerscheinungen angedeutete Kälteperiode fällt in das Unterperm. Dagegen sind eine Reihe von Anzeichen dafür vorhanden, daß schon in der jüngeren Permzeit das während der karbonischen Periode herrschende Klimaregime wiederhergestellt wurde. Ausführlich hat insbesondere D. White[1] die Meinung begründet, daß im Oberperm das gleichmäßige, milde Klima des Oberkarbon sich wieder eingestellt habe. Die Aufeinanderfolge der anthrakolithischen Floren Südamerikas läßt, wie er zeigt, eine vollständige Verdrängung der kosmopolitischen Flora des Oberkarbon durch die einem kalten Klima angepaßte *Gangamopteris*-Flora, dann eine neue Einwanderung der kosmopolitischen Typen, zunächst der gegen Kälte weniger

[1] D. White: Permocarboniferous climatic changes in South America. Amer. Journal of Geology, Chicago. XV, 1907, p. 615—633.

empfindlichen Lycopodiaceen, später aber auch der Pteridophyten und nacktsamiger Bäume ohne Jahresringe, also wärmeliebender Formen erkennen, so daß man annehmen muß, die Folgen des Kälteeinbruches, der das Erscheinen der *Gangamopteris*-Flora im Gefolge hatte, seien schon in der jüngeren Permzeit vollständig überwunden gewesen.

Wer im Sinne Frech's die durch Masseneruptionen bedingte Kohlensäurezufuhr als Ursache für eine rasche Wiedererwärmung der Atmosphäre und des Meeres am Beginn der Triasperiode anzusehen geneigt ist, wird mit der Tatsache rechnen müssen, daß das Maximum der auf die intrakarbonische Faltung folgenden Masseneruptionen in die Zeit des europäischen Mittelrotliegenden fällt [1] und daß die großen, für eine Temperatursteigerung am meisten in Betracht kommenden vulkanischen Ausbrüche der Trias erst der oberen Abteilung dieser Epoche angehören. Wichtig ist, daß gerade für den Lias, also für eine Zeit, in der sich die durch die spättriadischen Vulkanausbrüche bewirkte Temperaturerhöhung am stärksten fühlbar machen sollte, Handlirsch [2] eine Verschlechterung des Klimas annehmen zu müssen glaubt. Das auffallend geringe Durchschnittsmaß der Insekten des Lias aus der gemäßigten Zone der Nordhemisphäre im Vergleich mit den doppelt so großen Dimensionen der gleichen Genera und Familien im Oberjura drängt ihm den Gedanken an eine Verschlechterung des mitteleuropäischen Klimas im Lias und an eine abermalige Verbesserung desselben im Oberjura auf. Auch Schuchert (l. c., p. 281) hat sich dieser Ansicht angeschlossen und deutet sogar die anastrophischen Vorgänge, die sich während der rhätischen Epoche in den meisten Familien triadischer Ammoniten abgespielt haben, im Sinne eines allgemeinen Temperaturrückganges an der Trias-Liasgrenze.

Keinesfalls wird es gestattet sein, die biologischen Verhältnisse der Triasformation als eine eindeutige Bestätigung der Klimahypothese von Arrhenius und Frech anzusehen.

Das paläoklimatische Problem der Triasperiode würde noch erheblich kompliziert werden, wenn sich Ball's und Shaler's [3] angebliche Entdeckung einer Stätte triadischer Vereisung in Zentralafrika bestätigen sollte. Diese beiden Forscher glauben in den Basiskonglomeraten der Lubilache-Formation im Manyemagebiet am Lualaba Moränen mit geschrammten Geschieben und erratischen Blöcken nachweisen zu können. Die Lubilache-Formation selbst erstreckt sich im Kongogebiet von Leopoldville bis Stanleyville und Nyangwe. Sie besteht aus flach gelagerten Schiefern und Sandsteinen, die durch Wechsellagerung ineinander übergehen und nicht nur das zentrale Kongobecken erfüllen, sondern auch vielfach in Zungen in die Plateau- und Berglandschaften der Beckenumrandung eingreifen. Studt [4] deutet sie als Ablagerungen eines Sees von mindestens 1450 *km* Durchmesser und parallelisiert sie mit den Stormberg beds der Karoo-Formation, aber lediglich auf Grund ganz allgemeiner Erwägungen. Die von Ullrich mitgeteilte Fossilliste verzeichnet nur Reste von Ostrakoden (*Cypris*) und Phyllopoden (mehrere neue Spezies von *Estheria*), die keine Altersbestimmung zulassen. Es läßt sich daher gar kein Wahrscheinlichkeitsgrund für ein triadisches Alter der Lubilache-Formation geltend machen. Viel näher würde ein Vergleich der Basiskonglomerate dieser Formation, soferne es sich wirklich um Moränenmaterial handeln sollte, mit dem glazialen Dwyka-Konglomerat Südafrikas liegen, insbesondere mit Rücksicht auf die Mitteilungen O. Stutzer's,[1] der ein wahrscheinlich den Basalschichten der Lubilache-Formation entsprechendes Konglomerat glazialer Natur aus dem Gebiet von Katanga zwischen dem 10. und 11. Grad südl. Br. unbedenklich mit dem Dwyka-Konglomerat der Kapkolonie parallelisiert.

Ball's und Shaler's Angaben bedürfen jedenfalls noch weiterer Bestätigung, ehe sie als diskussionsfähig erachtet werden können.

Wenn hier von einem relativ gleichförmigen, milden Klima der Triasperiode gesprochen wurde, so kommt es mir selbstverständlich nicht in den Sinn, behaupten zu wollen, daß während dieser Periode

---

[1] F. Frech: Lethaea pal. II/2, Dyas, 1901, p. 669.

[2] A. Handlirsch: Die Bedeutung der fossilen Insekten für die Geologie. Mitteil. Geol. Ges. Wien, III, 1910, p. 520.

[3] S. H. Ball and M. K. Shaler: A Central African glacier of triassic age. Amer. Journ. of Geology, XVIII, 1910, p. 681—701.

[4] C. Studt, in Annales du Musée du Congo, sér. 2, Katanga. Bruxelles, 1908, p. 14.

[5] O. Stutzer: Über Dwykakonglomerat im Lande Katanga. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. LXIII, 1911, Monatsber., p. 626.

noch kein thermisch differenziertes Klima bestanden habe. Ich halte vielmehr F. v. Kerner's [1] Forderung einer solchen klimatischen Differenzierung für alle fossilführenden Perioden der Erdgeschichte aus physikalischen Gründen für durchaus gerechtfertigt. Auch während der Triasperiode müssen wohl Klimagürtel existiert haben, doch hat das fossile Material uns bis heute noch keine sicheren Anhaltspunkte für eine Rekonstruktion derselben geliefert. Viele Ammoniten und Bivalven der Trias scheinen eurytherme Typen gewesen zu sein, die, wie Koken [2] mit Recht betont hat, viel unabhängiger vom Klima und der zonalen Wärmeverteilung sind, als man anzunehmen geneigt ist, und viel abhängiger von der Entwicklung der Meere und der Küstenlinien. Wenn wir für die Zlambachkorallen eine nicht allzu weit gehende Anpassungsfähigkeit an ungleiche Wasserwärme voraussetzen, so ließe sich vielleicht andererseits ihr Vorkommen in so verschiedenen Breiten durch Meeresströmungen erklären, die in den Ostalpen, in der Sunda-See und an der Küste von Alaska ähnliche Temperaturverhältnisse in den obersten Meeresschichten erzeugten. Der Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Existenz unserer heutigen Weltmeere, des Pazifischen, Atlantischen und Indischen Ozeans in der Triasperiode scheint mir nicht ohne Bedeutung, da die größere Wasserbedeckung als ein die Wärmekontraste milderndes Moment gelten darf.

Auf diese Seite des paläoklimatischen Problems der Triasperiode wird später noch zurückzukommen sein.

So weit wir Landfaunen und Floren der Triasperioden kennen, sprechen auch sie für ein gleichförmigeres Klima als das heutige in jenen Gegenden, aus denen sie stammen. Außerhalb dieser weit verstreuten Fundpunkte jedoch bleiben noch riesige Räume übrig, die sehr wohl kälteliebende, beziehungsweise an größere Temperaturdifferenzen angepaßte Formen beherbergt haben oder infolge allzu ungünstiger Temperaturverhältnisse für Tiere und Pflanzen überhaupt unbewohnbar gewesen sein mögen. Vor allem kann nicht nachdrücklich genug darauf hingewiesen werden, daß auf der südlichen Halbkugel jenseits des 12. Grades südl. Br. in Peru, des 23. in Südafrika, des 45. auf der Insel Neuseeland bis heute noch nirgends triadische Floren, Land- oder Marinfaunen bekannt geworden sind.

In dieser Richtung ist der Zustand unserer Kenntnis für die Trias wesentlich unbefriedigender als für die beiden nachfolgenden Abschnitte der mesozoischen Ära, die Jura- und die Kreideperiode. Im übrigen gelten auch für die scheinbare Gleichförmigkeit des triadischen Klimas E. v. Kerner's treffende Worte: »Es kann sich bei allem, was die Faunen des älteren Mesozoikums und des Paläozoikums in betreff der früheren Wärmeverteilung lehren, nur um eine Unterdrückung oder Verschleierung des klimatischen Einflusses der geographischen Breite und der Land- und Wasserverteilung handeln und in der Feststellung der Ursachen dieser Verschleierung ist die Lösung des Problems des früher thermisch einheitlichen Klimas zu suchen.«

Zu einer teilweisen Aufdeckung einzelner Ursachen eines scheinbar einheitlichen Klimas der Triasperiode können die folgenden Gesichtspunkte herangezogen werden.

Vor allem ist von großer Bedeutung die Tatsache, daß alle bisher bekannten Triasfloren von Lokalitäten stammen, die in der Nähe des Triasmeeres liegen. Aus dem Inneren der triadischen Kontinente, wo wir mit exzessiven klimatischen Bedingungen rechnen müssen, kennen wir Floren bis heute nicht.

Ferner mußte die Verteilung von Festland und Meer während der Triasperiode an und für sich schon ein über weite Strecken gleichförmigeres und im allgemeinen milderes Klima als in der Gegenwart erzeugen. Mit dem Verschwinden eines riesigen, extreme Temperaturschwankungen begünstigenden Südkontinents von unseren paläogeographischen Landkarten gestaltet sich die südliche Halbkugel, geradeso wie heute, zu einer solchen mit überwiegender Wasserbedeckung. Wir dürfen daher wohl annehmen, daß

---

[1] F. v. Kerner: Bemerkung zu Carlos Burckhardt: »Sur le climat de l'époque jurassique.« Verhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 1907, p. 382. — Das paläoklimatische Problem. Mitteil. Geol. Ges. Wien, IV, 1911, p. 276.

[2] E. Koken: Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Leipzig, 1893, p. 330. Auch J. F. Pompeckj, der annimmt, daß im Jura Klimadifferenzierungen durchaus erkennbar seien, hält gleichwohl an der Meinung fest, daß Neumayr's und Uhlig's Juraprovinzen lediglich tiergeographische, aber nicht klimatische Provinzen seien, und führt eine große Zahl von Tatsachen an, die für eine Faunenregelung durch rein topographische Bedingungen, unabhängig von zonar geordneten Temperaturverhältnissen, in den Jurameeren sprechen. (Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte, Stuttgart, 1914, p. 48—56.)

wie heute auch zur Triaszeit durch die Meeresströmungen ein Überschuß an warmem Wasser aus der Äquatorialregion auf die nördliche Halbkugel geleitet wurde. Infolge der Teilung der Kontinentalmassen auf der östlichen und westlichen Hemisphäre durch einen mittelmeerischen Gürtel (Tethys, Kanal von Zacatecas, Columbische Straße) mußte sich das Klima zu beiden Seiten dieses Gürtels ozeanischer und gleichmäßiger als heute gestalten. Eine warme Strömung trat von Osten aus dem Pazifischen Ozean in die Tethys, aus dem Golf von Mexiko in die Californische See ein. Eine sehr große Wärmequelle für die Randländer der Tethys war offenbar das Äthiopische Mittelmeer, das sich in dieser Hinsicht mit dem südlichen Teile des Roten Meeres und dem Golf von Aden in der Gegenwart vergleichen läßt. Wir dürfen daher von vorneherein aus klimatischen Gründen keine erheblichen Unterschiede in den triadischen Marinfaunen der Tethys von Timor bis Sizilien oder in den Landfaunen ihrer Küstengebiete in Europa, Asien und Afrika erwarten.

Für die Osthälfte des Arktischen Meeres lagen die klimatischen Verhältnisse während der Triasperiode unzweifelhaft erheblich günstiger, für die Westhälfte hingegen eher minder günstig als in der Gegenwart. Die breite Meeresverbindung auf der Strecke vom Lenadelta bis zur Westküste von Alaska gewährte zur karnischen und norischen Zeit einem dem heutigen Kuro Siwo entsprechenden Warmwasserstrom einen offenen Zugang zum Polarbecken. Allerdings waren für die Entwicklung einer so mächtigen Meeresströmung die Verhältnisse in der Obertrias nicht so vorteilhaft wie heute. Denn das Äquatorialgebiet des Pazifischen Ozeans war damals gegen Westen nicht so vollständig abgeschlossen und eine mächtige Strömung, freilich durch viele Inseln behindert, konnte von Osten aus dem Golf von Tonkin und über Malakka in die Tethys eindringen. Immerhin mochte die Zufuhr warmen Wassers aus dem Pazifischen Ozean in das Polargebiet noch beträchtlich genug sein, um den Neusibirischen Inseln, die schon außerhalb des Bereiches der der ostasiatischen Triasküste entlang verlaufenden Polarströmung lagen, eine ebenso hohe klimatische Begünstigung zu sichern, wie sie heute Spitzbergen durch den Golfstrom zuteil wird. Das Eindringen der subtropischen Ammonitenfauna der karnischen Stufe wird unter diesen Umständen leichter verständlich, da die Eröffnung der breiten ostasiatischen Meeresverbindung an Stelle einer schmalen Pforte zur skythischen und anisischen Zeit erst in die karnische Epoche fiel, mit der die Transgression der Obertrias im hohen Norden einsetzte.

Dagegen kann der Golfstrom im westlichen Teile des Polarbeckens während der Trias niemals eine so starke Wirkung wie in der Gegenwart entfaltet haben. Selbst wenn die Landbrücke zwischen Skandik und Atlantik zur Zeit der Unter- und Mitteltrias und wohl auch wieder während der rhätischen Epoche offen war (*Rhynchonella fissicostata* von der Falschen Bai), so dürfen wir uns dieselbe doch kaum als in ihrer ganzen Breite versunken, sondern eher in einen Archipel aufgelöst vorstellen. So viel warmes Wasser wie heute gelangte aus dem Atlantik keinesfalls in das Polarbecken. Ein großer Teil des Golfstroms muß an der europäischen Küste nach Südost abgelenkt worden sein. Auch ist zu bedenken, daß zum mindesten jener Teil des Golfstroms, der heute durch die Küste von Mexiko und Texas abgelenkt als Floridastrom die schmale Lücke zwischen dem nordamerikanischen Festland und der Insel Cuba passiert, zur Zeit der Obertrias einen freien Eingang in die Californische See fand. [1]

Ein Optimum klimatischer Verhältnisse bestand für das Polarmeer zur Zeit der Obertrias jedenfalls nicht. Der breite Meeresarm, der in der permischen Epoche einen Strom warmen Wassers aus der Tethys nach Norden führte, existierte wohl schon zur anisischen Zeit nicht mehr. Allerdings mußten die tief in das

---

[1] Die zutreffende Beurteilung solcher Verhältnisse wird durch die Unmöglichkeit, Details der Küstengliederung in irgend einer Periode der mesozoischen Ära zu rekonstruieren, außerordentlich erschwert. Gerade auf die Detailzüge in dem topographischen Bilde kommt es aber in vielen Fällen an. Wir dürften, wie schon früher ausgeführt wurde, der Wahrheit näher kommen, wenn wir uns die Tethys nicht als einen mittelmeerischen Gürtel von annähernd gleicher Breite, sondern als eine Kette von durch schmale Sunde zusammenhängenden und von Archipelen unterbrochenen Meeresbecken vorstellen. Topographische Beziehungen, wie sie heute zwischen dem Schwarzen und Ägäischen oder zwischen dem Arabischen Meer und dem Persischen Golf herrschen, mögen an einzelnen Stellen auch innerhalb der Tethys bestanden haben, entziehen sich jedoch der Feststellung. Die Erkenntnis paläogeographischer Verhältnisse, die zu der Entstehung so auffallender Meeresströmungen wie des Floridastromes führen könnten, bleibt uns versagt.

Innere Zentralasiens eindringenden Buchten der Tethys auch in Nordasien die Temperaturextreme mildern. Immerhin war, wie heute, nur eine einzige breite Bresche in der Landbarriere des Polarmeeres vorhanden, doch lag sie nicht im Bereich des Atlantischen, sondern des Pazifischen Ozeans.

Die größten Schwierigkeiten für eine zutreffende Erklärung bereitet unter diesen Umständen die Übereinstimmung der ostgrönländischen Flora aus der Umgebung des Scoresby-Sundes unter dem 70. Grad nördl. Br. mit jener von Schonen, die nach Nathorst durch die Identität mehrerer bezeichnender Arten erwiesen erscheint. Selbst wenn man annehmen wollte, daß ein Arm des Golfstroms während der rhätischen Epoche in das Polarbecken eingedrungen sei, so könnte doch Ostgrönland durch denselben ebensowenig in günstigem Sinne beeinflußt worden sein wie etwa heute Neufundland. Stets muß dieser Küste entlang kaltes Wasser von Norden nach Süden abgeflossen sein.

Die vorausgesetzte Verteilung von Meer und Festland und Überlegungen über den mutmaßlichen Einfluß der Meeresströmungen auf das Klima der Triasperiode bringen, wie man sieht, manche befremdende Ergebnisse der Studien über die Faunen und Floren dieser Periode unserem Verständnis näher. Zu einer befriedigenden Erklärung reichen sie freilich nicht aus. Gleichwohl halte ich es für wichtig zu untersuchen, in welchem Maße überhaupt die physisch-geographischen Verhältnisse der Erdoberfläche während der Triasperiode für eine solche Erklärung herangezogen werden können. Denn ihre Bedeutung muß sich auch dann geltend gemacht haben, wenn an den Änderungen des Solarklimas verflossener geologischer Perioden kosmische Faktoren beteiligt gewesen sein sollten, die wir heute naturwissenschaftlich noch nicht unmittelbar zu erfassen vermögen.